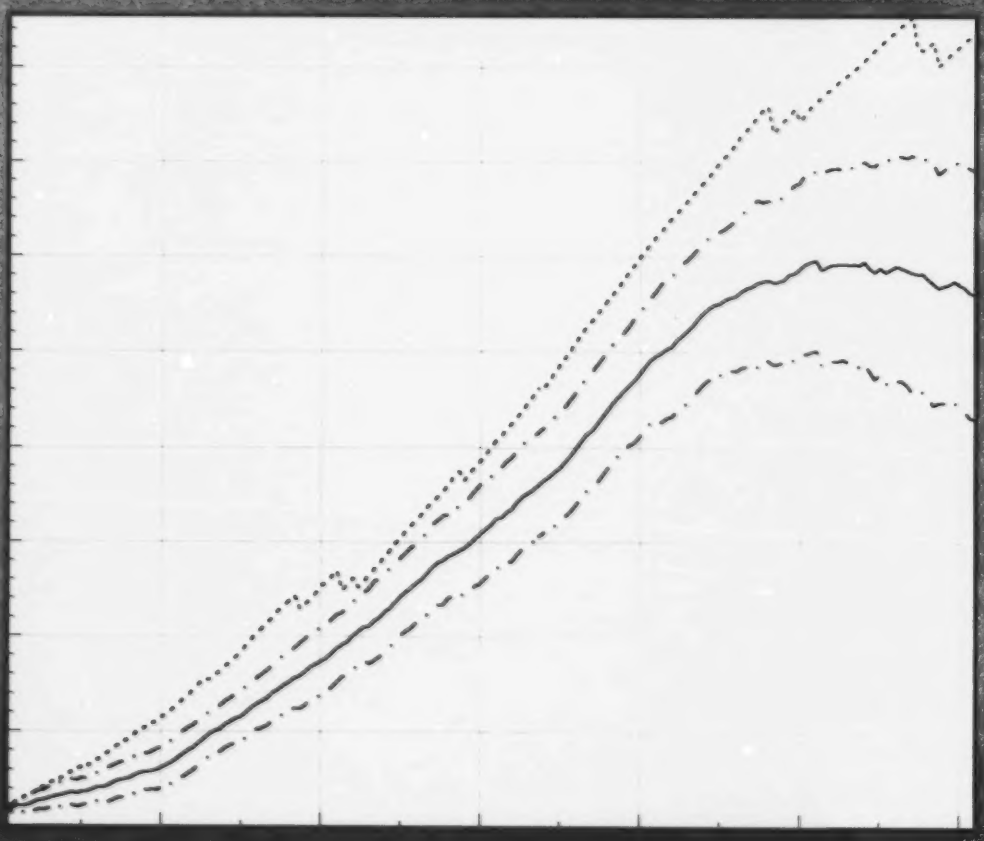
Forestry Canada Forêts Canada

Seasonal trends in the Drought Code component of the Canadian Forest Fire Weather Index System/ Évolution saisonnière de l'indice de sécheresse de la méthode canadienne de l'indice forêt-météo

R.S. McAlpine

Information Report/Rapport d'information PI-X-97E/F
Petawawa National Forestry Institute/
Institut forestier national de Petawawa



91-00355/

PETAWAWA NATIONAL FORESTRY INSTITUTE

In common with the rest of Forestry Canada, the Petawawa National Forestry Institute has as its objective the promotion of better management and wiser use of Canada's forest resource to the economic and social benefit of all Canadians. Objectives of program activities carried out at the Institute support this goal through discovery, development, demonstration, implementation, and transfer of innovations. Because it is a national institute, particular emphasis is placed on problems that transcend regional boundaries or that require special expertise and equipment that cannot be duplicated in Forestry Canada regional establishments. Such research is often performed in close cooperation with staff of the regional centres, provincial forest services, and the forest industry.

Research initiatives and technical services at the Institute encompass five major activities:

FOREST GENETICS AND BIOTECHNOLOGY — Integrates projects in tree genetics, soil microbiology, micropropagation, molecular genetics, meteorology, and seed research. It also includes the client services and seed bank operations of the National Tree Seed Centre, a long-standing program with extensive international affiliations.

FOREST MANAGEMENT SYSTEMS — This program integrates projects in fire, remote sensing, modelling, growth and yield, and forest pest management to provide research and development for the formulation and demonstration of forest management systems.

NATIONAL FOREST RESOURCE STATISTICS — Provides biological, technical, and socioeconomic information on Canada's forest-based resources. The program involves progressive development of databases and establishment of new databases and software in support of policy development in forestry. The Forest Inventory Program collates information on the forest resource at a national level, maintains the Canadian Forest Resources Data System, and prepares the national forest inventory.

COMMUNICATIONS — Integrates activities of the library, public awareness, information, and editing and publications projects. The Institute is visited by more than 20 000 people every year. There is a Visitor Centre for the public, self-guided tours, and an extensive education project. The national repository of all scientific and technical publications of the Forestry Canada and the principal Forestry Canada publications distribution centre are both located at PNFI.

THE RESEARCH FOREST — Besides natural stands manipulated in a variety of ways for silvicultural research, the 100 km^2 Petawawa Forest contains extensive areas of plantations dating back six decades. Research plantations are a source of growth and yield data derived from cultural experiments, and they are becoming valuable for pedigreed genetic materials for micropropagation and molecular genetics studies. The forest also offers opportunities for short- and long-term testing of forest management strategies.

INSTITUT FORESTIER NATIONAL DE PETAWAWA

Le mandat de l'Institut forestier national de Petawawa (IFNP), comme celui des autres établissements de Forêts Canada, est de promouvoir une meilleure gestion et une utilisation plus rationnelle des ressources forestières du Canada, pour le bien économique et social de tous les Canadiens. Les objectifs des programmes menés à l'Institut appuient ce mandat à travers la découverte, le développement, la démonstration, l'application et le transfert des innovations. En tant qu'institut national, il doit s'attacher à des problèmes qui débordent le cadre régional ou qui nécessitent des compétences particulières de même qu'un équipement non disponible aux installations régionales de Forêts Canada. La plupart du temps, les recherches sont effectuées en étroite collaboration avec le personnel des centres régionaux, des services forestiers des provinces et de l'industrie forestière.

Les travaux de recherche et les services techniques de l'Institut sont regroupés autour de cinq principales activités:

GÉNÉTIQUE FORESTIÈRE ET BIOTECHNOLOGIE — Ce programme encadre des études sur la génétique forestière, la microbiologie, la micropropagation, la génétique moléculaire et la recherche sur les semences. Il comprend également les services à la clientèle et la banque de semences du Centre national de semences forestières. Lié à plusieurs organismes internationaux, ce centre existe depuis longtemps.

SYSTÈMES D'AMÉNAGEMENT FORESTIER — Ce programme intègre en recherche et développement des opérations concernant les incendies de forêt, la télédétection, la météorologie, la modélisation, la croissance, la récolte et le relevé des insectes et des maladies des arbres (RIMA). Il permet ainsi l'élaboration et la démonstration de systèmes d'aménagement forestier.

STATISTIQUES NATIONALES SUR LES RESSOURCES FORESTIÈRES — Ce programme fournit les renseignements biologiques, techniques et socio-économiques sur les ressources forestières du Canada. Il vise le développement des bases de données et l'établissement de nouveaux logiciels et bases de données pour aider à l'élaboration des politiques forestières. Le Programme d'inventaire forestier recueille l'information sur les forêts au niveau national, maintient le Système sur les ressources forestières canadiennes et prépare l'inventaire des forêts du Canada.

COMMUNICATIONS — Ce programme regroupe les services offerts par la bibliothèque, les travaux touchant la sensibilisation du public, les renseignements, la rédaction-révision et les publications. L'Institut reçoit plus de 20 000 visiteurs chaque année. Le Centre d'accueil, des visites autoguidées et un programme éducatif complet sont ouverts à tous. C'est à l'IFNP que l'on trouve l'entrepôt et le centre de distribution national de toutes les publications scientifiques de Forêts Canada.

LA FORÊT EXPÉRIMENTALE — Outre des peuplements naturels où l'on applique divers traitements dans le cadre des plans de recherche en sylviculture, la Forêt de Petawawa, mesurant 100 km^2, comprend de vastes superficies de plantations âgées de plus de 60 ans. Les plantations expérimentales livrent des données sur la croissance et la récolte à la suite des expériences de culture. Elles fournissent aussi du matériel génétique dont le lignage est répertorié et qui se révèlent de plus en plus utiles pour les études sur la micropropagation et la génétique moléculaire. C'est un lieu par excellence pour mettre à l'essai des stratégies d'aménagement forestier à court et à long termes.

SEASONAL TRENDS IN THE DROUGHT CODE COMPONENT OF THE CANADIAN FOREST FIRE WEATHER INDEX SYSTEM/ ÉVOLUTION SAISONNIÈRE DE L'INDICE DE SÉCHERESSE DE LA MÉTHODE CANADIENNE DE L'INDICE FORÊT-MÉTÉO

R.S. McAlpine

Information Report/Rapport d'information PI-X-97E/F
Petawawa National Forestry Institute/Institut forestier national de Petawawa
Forestry Canada/Forêts Canada
1990

©Minister of Supply and Services Canada 1990
Catalogue No. Fo46-11/97-1990
ISBN 0-662-57669-1
ISSN 0714-3354
Printed in Canada

Copies of this publication may be obtained free of charge from the following address:

Forestry Canada
Publications Distribution Centre
Petawawa National Forestry Institute
Chalk River, Ontario
K0J 1J0
Telephone: 613-589-2880

A microfiche edition of this publication may be purchased from:

Micromedia Ltd.
Place du Portage
165, Hôtel-de-Ville
Hull, Québec
J8X 3X2

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1990
N° de catalogue Fo46-11/97-1990
ISBN 0-662-57669-1
ISSN 0714-3354
Imprimé au Canada

Il est possible d'obtenir sans frais des exemplaires de cette publication auprès du :

Forêts Canada
Centre national de distribution des publications
Institut forestier national de Petawawa
Chalk River (Ontario)
K0J 1J0
Téléphone : 613-589-2880

Des microfiches de cette publication sont en vente à l'adresse suivante :

Micromédia Ltée
Place du Portage
165, rue Hôtel-de-Ville
Hull (Québec)
J8X 3X2

Contents/Table des matières

iv	Abstract/Résumé
1/4	Introduction
1/4	Background to the Drought Code/Genèse et antécédents de l'indice de sécheresse
1/5	Methods/Méthodes
2/5	Results and discussion/Résultats et discussion
3/6	Summary/Conclusions
3/6	References cited/Bibliographie
	Figures
8	1. Map of Canada showing AES weather stations used for this study./ Répartition des stations météorologiques canadiennes du SEA sur lesquelles se fonde la présente étude.
9	2. Dauphin, Manitoba, 1989. The overwinter adjusted DC value received sufficient precipitation to depress it into the average range, but unseasonably hot dry weather throughout July raised the DC well above average by early August./ Dauphin (Manitoba), 1989. L'indice corrigé de sécheresse, pour tenir compte de l'effet de l'hiver, est abaissé en raison de précipitations suffisantes qui le ramènent dans l'intervalle des moyennes, mais le temps exceptionnellement chaud et sec de juillet le relève bien au-dessus de la moyenne dès le début d'août.
10	Appendix A/Annexe A
11	Appendix B/Annexe B
31	Appendix C/Annexe C

ABSTRACT

The Drought Code component of the Canadian Forest Fire Weather Index System is an indicator of long term drought and the associated impact on forest fire management. The Drought Code has definite seasonal trends, which can make interpretation of the current daily value difficult without a good frame of reference. Thirty five years of weather data from 35 selected weather stations across Canada were used to develop mean daily Drought Code average values for each weather station throughout the fire season. The graphs produced provide fire managers with daily mean Drought Code values and historical maximum values throughout the fire season, for comparison with observed daily Drought Code values.

RÉSUMÉ

L'indice de sécheresse de la Méthode canadienne de l'indice forêt-météo est un indicateur de la sécheresse à long terme et des répercussions de cette dernière sur la prévention et l'extinction des incendies de forêt. Or, cet indice subit sans contredit une évolution saisonnière qui complique l'interprétation de la valeur journalière si l'on ne possède pas les points de repère voulus. 35 années de données météorologiques provenant de 35 stations météorologiques choisies dans l'ensemble du Canada ont servi à calculer la moyenne de l'indice journalier moyen de sécheresse à chacune de ces stations durant la saison des incendies. Les graphiques que l'on en tire donneront aux responsables de l'intervention contre l'incendie ou de l'aménagement par le feu la valeur journalière moyenne de l'indice de sécheresse et les maximums de ses antécédents durant la saison des incendies, pour qu'ils comparent ces valeurs à la valeur journalière observée.

SEASONAL TRENDS IN THE DROUGHT CODE COMPONENT OF THE CANADIAN FOREST FIRE WEATHER INDEX SYSTEM

INTRODUCTION

The Drought Code (DC) component of the Canadian Forest Fire Weather Index (FWI) System is an indicator of the moisture content of deep organic layers, large downed wood, and the availability of water in small streams and swamps (Van Wagner 1987). A reduction in the moisture content of these deep organic layers aggravates problems experienced in forest fire containment and extinguishment; fires burn deeper and with greater vigour simply because more fuel is available for combustion (Alexander 1983). While the other moisture codes of the FWI System address fuels influenced by more recent past weather (timelags[1] of 2/3 of a day for the Fine Fuel Moisture Code (FFMC) and 12 days for the Duff Moisture Code (DMC)) (Van Wagner 1987), only the DC, with a timelag of 52 days is an indicator of potential long term drought.

Historically the DC is a descendant of the Stored Moisture Index (SMI) designed to "take into account the drying pattern over the entire season" (Turner 1966). Turner suggested that, as an aid to interpreting SMI values, the current year's SMI values should be plotted on a graph with SMI values of one recent wet year and one dry year. The intention was to give the fire manager some reference to interpret the daily index value. This concept was not included in subsequent documentation of DC development (Turner 1972, Van Wagner 1987). Muraro and Lawson (1970) did, however, compare observed SMI values with a recent dry year to "red flag" a potential problem situation. Nikleva (1973) explored the DC climatology for Prince George, B.C. thoroughly by providing a 10-year average seasonal DC graph with the driest and wettest years for the period. In fact, Nikleva (1973) examined seasonal trends for all codes and indexes of the FWI System. However, only the DC showed a consistent seasonal trend, a steady rise in DC values over the fire season peaking in August with a slight decline in September.

Over the course of a fire season all fire weather stations in Canada experience comparable trends in DC values (Harrington et al. 1983, Nikleva 1973). The actual DC value on any particular date can vary greatly from station to station across the country due to differences in annual precipitation and temperature. This seasonal trend, however, regardless of actual DC values, is representative for most, if not all, Canadian fire weather stations.

The present report documents the annual trend in DC values for selected fire weather stations in Canada and gives information on the variability of the DC values from year to year. The graphs are intended to give fire managers a better idea of how their current DC values compare with a historical averages, and help to indicate potential problem situations.

BACKGROUND TO THE DROUGHT CODE

Complete background information on the development, structure, and application of the DC is contained elsewhere (Turner 1972, Turner and Lawson 1978, Alexander 1982, Van Wagner 1987). Following is a brief account of the development to provide perspective for the application suggested here.

The SMI, predecessor to the DC, provided an estimate of the moisture content of the soil with higher numbers indicating wetter soil conditions (Turner 1966, 1972). The scale for the SMI ranged from 0 to 800, with each unit change representing 0.01 inches of available water. The maximum value of 800 thus represents eight inches of available water held in the soil. The basis for the SMI (and hence the DC) is simply to keep a budget of stored moisture, accounting for losses and gains. Moisture losses are the result of evaporation and transpiration, while precipitation accounts for moisture gains. Total precipitation in the equations for the DC is reduced by 2.8 mm per 24 h period to allow for canopy and surface fuel interception (Turner 1966, 1972). Evaporation and transpiration losses are first estimated as a maximum potential evapotranspiration based on temperature (to establish evapotranspiration rate) and date (to allow for day length influence). Secondly, this maximum potential evapotranspiration value is scaled by the available soil moisture to reflect the fact that as soil moisture contents are reduced (below saturation) moisture is increasingly difficult to remove from the soil (Turner 1966, 1972).

Conversion of the original SMI, for inclusion in the FWI System as the DC, involved reversing the scale so that higher DC values indicated dryer conditions (rather than vice versa) and adjusting the required daily maximum temperature to the FWI System standard noon local standard time (Turner 1972). Finally, a standardized overwinter adjustment methodology, to allow for the carry over of drought conditions from year to year, was adopted (Turner and Lawson 1978, Van Wagner 1987).

METHODS

Fire weather data from 35 Atmospheric Environment Service (AES) weather stations (Figure 1 and Appendix A) for the period 1953-1980 were available from a past study (Harrington et al. 1983). These data were augmented with recent weather data to cover the period

[1]Timelag is defined as "The drying time under stated conditions of temperature, relative humidity, wind speed, and time of the year required for dead fuels to lose about two-thirds (2/3) of the difference between their initial moisture content and their equilibrium moisture content.

1953-1987 (35 years). For each station DC values were computed for each day throughout the fire season[2] for all 35 years. The resulting DC values were analyzed to derive the daily mean and standard deviation. The mean daily DC values were then plotted (with the means + 1 s.d. and the means - 1 s.d.) for the fire season for each of the 35 weather stations. Average monthly DC values during the fire season for each fire weather station were plotted, with the weather stations organized in a roughly west to east orientation to determine geographical trends.

Generally, weather stations in Canada receive enough overwinter precipitation to start the DC at the normal spring starting value of 15 (Turner and Lawson 1978, Alexander 1982). Because it is normal to assume a DC starting value of 15 and because there was insufficient data to adjust the DC starting value for overwinter drought, no overwinter carryover of drought conditions were made for the daily DC calculations.

RESULTS AND DISCUSSION

Appendix B shows the mean daily DC values over the course of the fire season for the selected weather stations. The general trend seen in each case is a slowly rising DC value, peaking in mid- to late August and then either declining or maintaining the same value. In a few cases the DC values continued to rise in the latter part of the fire season, but these values increased at a reduced rate. This reduced rate of increase in the late season is due to the reduced daylength affecting the DC drying phase and is not a function of seasonal precipitation. While there are variations in precipitation amounts for specific locations on a monthly basis, rainfall amount in September generally does not exceed that of August.

Appendix C shows the geographical trend in DC values roughly west to east. The Victoria weather station exhibits the highest DC values throughout the season. The interior of British Columbia, in general, has comparatively high DC values followed by a drop in these values on the lee side of the continental divide. The central plains again have comparatively high DC values with the values slowly dropping to the east coast. These geographical trends are reflected in the mean monthly rainfall patterns documented by the Climatic Atlas of Canada (Anon. 1986). Thus, consistently low summer rainfall in southeast Vancouver Island and in the interior of British Columbia results in high DC values. The east face of the Rocky Mountains has comparatively low DC values due to greater amounts of summertime precipitation, often caused by rainy cyclonic systems during the summer (Hare and Thomas 1972). The central prairies have relatively low summer precipitation, which leads to high DC values. Ontario and Quebec are prone to precipitation from storms which frequently track through the region. The Atlantic provinces are affected by the ocean and are prone to receive precipitation from hurricane remnants moving up the coast (Hare and Thomas 1972) as well as extratropical (synoptic) systems.

Canada has more than 1000 fire weather stations, making it difficult to analyze and present weather data of seasonal DC trends for all stations. From graphs of the variation of monthly DC value with geographical location (Appendix C), it is apparent that there is usually little variation among nearby weather stations. However, this does not hold true when an intervening physical land feature affects weather patterns. The local similarity of mean DC values allows fire weather stations not referred to in this report to use the graphs of an available nearby weather station to characterize the local DC seasonal trend. Sufficient accuracy can be obtained by using a station within the region to indicate how the current DC value compares with the long term trend.

The two dotted lines on plots in Appendix B illustrate the mean DC plus and minus one standard deviation. These lines indicate the variability of calculated DC values over the 35-year period. While it is unlikely that observed DC values will precisely follow the plotted mean DC line, 2/3 of all observed DC values will fall within the area between the upper and lower standard deviation lines. It is expected that many years will have values above or below the mean DC line and that, on average, one of every six years will be above the upper or below the lower standard deviation line. The farther above the upper standard deviation line that the observed DC value falls, the more unusual the situation (one in 10 years, one in 20 years, etc.). If an extreme deviation occurs early in the fire season, and the trend continues, it may herald a midsummer drought. (The deviation from normal at the beginning of the fire season may not be high compared to readings later in the summer). Also plotted on the graphs in Appendix B are the maximum computed DC values for the weather stations observed during the 35-year period. These lines should give fire managers a further benchmark from which to gauge current values.

Overwinter adjustment of the DC starting value would cause observed springtime DC values to exceed the maximum values calculated in this paper. This high DC value will be carried forward until a heavy precipitation event brings about more normal values. This is in fact a true representation of field conditions in the spring. Figure 2 documents an example of an overwinter adjusted DC which falls back into more seasonable values at the beginning of June when sufficient rainfall (in this case 95.1 mm over 9 days) depresses the DC.

Strong seasonal trends in the DC preclude the use of a categorization scheme (Stocks 1974) to define low, medium, high, etc. categories. For example, a DC value of 275 on May 7 should be interpreted very differently from the same value on August 29, while the category rating would remain unchanged.

[2]For the purpose of this report, the fire season was assumed to start on April 1 and end on September 30. While specific years or locations might require different start and end dates, the dates used cover the average fire season for most parts of Canada.

Interpretation of specific DC values for fire behavior use is not dependent on the particular date. Thus an observed DC value of 200 in June is interpreted, from a fire behavior standpoint, similarly to a DC of 200 in August. Other date-dependent factors not addressed by the DC may have a significant influence on fire behavior (for example, leaf flush, succulent vegetation development, leaf drop) but for the purposes of the DC the value is the same.

SUMMARY

The DC component of the FWI System is an indicator of long term drought. It is not as influenced by day to day weather patterns to the same extent as other components of the FWI System; instead it shows definite seasonal trends influenced by the climate of a region. The seasonal trend in DC values precludes the use of danger classes for the DC; a single value early in the spring, while being very high for that time of the year, may only fall into a midrange of the whole season. The graphs of seasonal trends presented can be used to determine how the observed DC values compare with the last 35 years of DC values for the station. Unusually dry (or wet) years will show up as being above (or below) the one standard deviation line. Although the over 1000 fire weather stations in Canada could not be presented in this report, the difference in DC values and trends between neighbouring weather stations is minor in most cases and allows regions with several weather stations to be characterized with a single graph from a representative weather station. Overwinter adjustment of the DC (Turner and Lawson 1978, Alexander 1982), which brings forward a high springtime DC value, will show up on the graphs as unseasonably dry, and this is a true representation of field conditions.

REFERENCES CITED

Alexander, M.E. 1982. Calculating spring Drought Code starting values in the prairie provinces and Northwest Territories. Environ. Can., Can. For. Serv., Northern For. Res. Centre, Edmonton, Alta. Forest Manage. Note No. 12.

Alexander, M.E. 1983. Tables for determining spring Drought Code starting values in west-central and northern Canada. Environ. Can., Can. For. Serv., Northern For. Res. Centre, Edmonton, Alta. Forest Manage. Note No. 19.

Anonymous. 1986. Climatic atlas climatique - Canada: a series of maps portraying Canada's climate. Map series 2 - precipitation. Environ. Can., Atmos. Environ. Serv. Can., Ottawa.

Hare, F.K.; Thomas, M.K. 1974. Climate Canada. Wiley Publ., Toronto, Ontario.

Harrington, J.B.; Flannigan M.D.; Van Wagner, C.E. 1983. Study of the relation of components of the Fire Weather Index to monthly provincial area burned by wildfire in Canada, 1953-80. Environ. Can., Can. For. Serv., Petawawa Natl. For. Inst., Ont. Inf. Rep. PI-X-25.

Merrill, D.F.; Alexander, M.E. eds. 1987. Glossary of forest fire management terms. Fourth edition. Natl. Research Counc. Can., Can. Comm. For. Fire Manage., Ottawa, Ont. Publ. No. NRCC 26516.

Muraro, S.J.; Lawson, B.D. 1970. Prediction of duff moisture distribution for prescribed burning. Can. Dep. Fish. and For., Can. For. Serv., Pacific For. Res. Centre, Victoria, B.C. Inf. Rep. BC-X-46.

Nikleva, S. 1973. Fire Weather Index climatology for Prince George, B.C. Environ. Can., Atmos. Environ. Serv., Pacific Reg., Vancouver, B.C.

Stocks, B.J. 1974. Wildfires and the Fire Weather Index System in Ontario. Environ. Can., Can. For. Serv., Great Lakes Forest Res. Centre, Sault Ste. Marie, Ontario. Inf. Rep. 0-X-213.

Turner, J.A. 1966. The stored moisture index / A guide to slash burning. British Columbia Forest Serv., Protection Div.

Turner, J.A. 1972. The Drought Code component of the Canadian Forest Fire Behavior System. Environ. Can., Can. For. Serv., Ottawa, Ont. Publ. No. 1316.

Turner, J.A.; Lawson, B.D. 1978. Weather in the Canadian Forest Fire Danger Rating system: a user guide to national standards and practices. Environ. Can., Can. For. Serv., Pacific For. Res. Centre, Victoria, B.C. Inf. Rep. BC-X-177.

Van Wagner, C.E. 1987. Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Can. For. Serv., Ottawa, Ont. For. Tech. Rep. 35.

ÉVOLUTION SAISONNIRE DE L'INDICE DE SÉCHERESSE DE LA MÉTHODE CANADIENNE DE L'INDICE FORÊT-MÉTÉO

INTRODUCTION

L'indice de sécheresse de la Méthode canadienne de l'indice forêt-météo est un indicateur de l'humidité des horizons organiques profonds, des gros bois gisants ainsi que de la présence d'eau dans les petits cours d'eau et marécages (Van Wagner, 1987). La déshydratation des couches organiques profondes aggrave les problèmes à résoudre dans la localisation et l'extinction des incendies de forêt. Le feu brûle à une profondeur plus grande, et plus intensément, simplement parce que plus de combustible est disponible (Alexander, 1983). D'autres indices d'humidité de la Méthode canadienne concernent des combustibles aux caractéristiques déterminées par les phénomènes météorologiques récents (décalage[1] de deux tiers d'une journée pour l'indice de combustible léger (ICL) et de 12 jours pour l'indice de l'humus (IH) (Van Wagner, 1987)). Seul l'indice de sécheresse (IS), avec un décalage de 52 jours, est un indicateur de la sécheresse potentielle à long terme.

L'historique de la notion d'indice de sécheresse montre qu'elle tire son origine de l'indice d'humidité accumulée (IHA), établi pour tenir compte de l'évolution de la déshydratation du combustible durant la saison (Turner, 1966). Turner avait proposé que, afin d'interpréter les valeurs de l'IHA, l'on dessine le graphique de ces valeurs pour l'année en cours avec les valeurs d'une année humide et d'une année sèche récentes. Il s'agissait de donner aux gestionnaires des incendies en forêts un point de repère pour l'interprétation de la valeur journalière de l'indice. La notion ne se retrouve plus dans la documentation ultérieure qui retrace l'élaboration de l'indice de sécheresse (Turner, 1972; Van Wagner, 1987). Muraro et Lawson (1970) ont cependant comparé les valeurs observées de l'indice d'humidité accumulée avec celle d'une année sèche récente afin de signaler une situation qui risquerait de faire problème. Nikleva (1973) a examiné à fond la climatologie de l'indice de sécheresse de Prince George (C.-B.) en établissant le graphique de la moyenne saisonnière de l'indice sur dix ans, qui tenait compte des années les plus sèches et les plus humides de la période. De fait, Nikleva (1973) a examiné l'évolution saisonnière de tous les indices qui déterminent l'indice forêt-météo. Toutefois, seul l'indice de sécheresse possédait une évolution saisonnière constante, sa valeur s'élevant constamment au cours de la saison des incendies pour culminer en août et décliner légèrement en septembre.

Au cours de la saison des incendies, toutes les stations de météorologie forestière du Canada connaissent une tendance comparable dans l'évolution de l'indice de sécheresse (Harrington et collab., 1983; Nikleva, 1973). La valeur réelle de l'indice à une date donnée peut varier énormément d'une station à l'autre au pays, en raison des écarts de la pluviosité et de la température. L'évolution saisonnière, toutefois, sans égard aux valeurs réelles de l'indice, est représentative de presque toutes les stations de météorologie forestière du Canada, sinon de toutes.

Le présent rapport documente l'évolution annuelle des indices de sécheresse de certaines stations du pays et renseigne sur la variabilité de ces valeurs d'une année à l'autre. Les graphiques visent à donner aux gestionnaires des incendies en forêts une meilleure idée de la façon que l'indice actuel se compare aux antécédents observés et aident à déceler les situations où des problèmes peuvent se poser.

GENSE ET ANTÉCÉDENTS DE L'INDICE DE SÉCHERESSE

Tous les renseignements sur la mise au point, la composition et l'application de l'indice de sécheresse se trouvent chez d'autres auteurs (Turner, 1972; Turner et Lawson, 1978; Alexander, 1982; Van Wagner, 1987). Ci-dessous un bref aperçu est donné de la mise au point de l'indice pour mieux en situer l'application proposée.

L'indice de l'humidité accumulée, qui a précédé l'indice de sécheresse, donnait une estimation de l'humidité du sol, les chiffres élevés signifiant une humidité supérieure (Turner, 1966 et 1972). L'échelle de cet indice allait de 0 à 800, chaque unité représentant une variation de 0,01 pouce d'eau disponible. Ainsi, la valeur de 800 représentait 8 pouces d'eau retenue dans le sol. L'indice (et, par voie de conséquence, l'indice de sécheresse) repose tout simplement sur le bilan de l'humidité accumulée, qui tient compte des apports et des pertes. Les pertes sont dues à l'évaporation et à la transpiration, tandis que les apports proviennent des précipitations. Dans les équations de l'indice de sécheresse, la précipitation totale est amputée de 2,8 mm par période de 24 h pour tenir compte de l'interception due au couvert forestier et au combustible de surface (Turner, 1966 et 1972). Les pertes dues à l'évaporation et à la transpiration sont d'abord estimées comme étant une évapotranspiration potentielle maximale d'après la température (pour établir la vitesse de l'évapotranspiration) et la date (pour tenir compte de la longueur du jour). Dans un deuxième temps, cette évapotranspiration potentielle maximale est pondérée par l'humidité disponible du sol, pour tenir compte du fait que, à mesure que l'humidité du sol s'abaisse (sous le degré de saturation), elle est de plus en plus difficile à extraire de ce milieu (Turner, 1966 et 1972).

La transformation de l'indice d'humidité accumulée, pour l'intégrer à la Méthode canadienne de l'in-

[1] C'est-à-dire la période qui, dans des conditions déterminées de température, d'humidité relative et de vitesse du vent, compte tenu de l'époque de l'année, correspond à la perte, par la matière organique morte, des deux tiers de la différence entre son humidité initiale et son humidité à l'équilibre. Ce décalage représente donc la vitesse de variation de l'humidité dans un combustible (Merrill et Alexander, 1987)

dice forêt-météo sous l'appellation d'indice de sécheresse, a exigé d'en inverser l'échelle, de sorte que les valeurs supérieures de ce dernier indice traduisent des conditions plus sèches. Il a aussi fallu adapter la température maximale journalière au midi standard, heure locale standard, de la Méthode canadienne (Turner, 1972). Enfin, une méthode normalisée de correction a été adoptée pour le report de l'effet de la sécheresse d'une année à l'autre (Turner et Lawson, 1978; Van Wagner, 1987).

MÉTHODES

Les données de météorologie forestière de 35 stations du Service de l'environnement atmosphérique (figure 1 et annexe A) étaient disponibles d'une étude antérieure pour lapériode de 1953 à 1980 (Harrington et collab., 1983). Elles ont été augmentées de données récentes de façon à prolonger la période jusqu'en 1987 (35 années, soit de 1953 à 1987). Pour chaque station, on a calculé l'indice de sécheresse de chaque journée de la saison des incendies[2] pour toute la période de 35 années. Les résultats ont été analysés pour en extraire la moyenne journalière et l'écart type. On a ensuite construit le graphique des valeurs journalières moyenne de l'indice de sécheresse (+ ou - un écart type) pour la saison des incendies de chacune des 35 stations. On a également construit le graphique des valeurs mensuelles moyennes de l'indice de sécheresse durant la saison des incendies, pour chaque station, les stations étant disposées en gros dans le sens ouest-est afin de dégager une éventuelle tendance géographique.

En général, les stations météorologiques du pays reçoivent suffisamment de précipitations au cours de l'hiver pour que l'indice de sécheresse, au début de la saison des incendies, se trouve à la valeur normale de 15 (Turner et Lawson, 1978; Alexander, 1982). Parce qu'il est normal que la valeur de départ de l'indice de sécheresse soit de 15 et parce que l'on ne disposait pas de suffisamment de données pour tenir compte de la sécheresse hivernale, puisqu'aucun examen de l'effet de sécheresse n'a été effectué dans le calcul de l'indice journalier.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'annexe B donne les valeurs journalières moyennes de l'indice de sécheresse durant toute la saison des incendies dans certaines stations météorologiques. La tendance générale que l'on constate dans chaque cas est l'augmentation lente de la valeur de l'indice, qui culmine entre la mi-août et la fin de ce mois pour ensuite baisser ou rester constante. Dans quelques cas, l'indice continue d'augmenter jusqu'à la fin de la saison, mais plus lentement. Le phénomène est attribuable à la réduction de la durée du jour, qui influe sur la déshydratation et qui n'est pas un effet des précipitations saisonnières. Même si la hauteur mensuelle des précipitations varie dans des localités précises, la pluviosité en septembre ne dépasse généralement pas celle d'août.

L'annexe C montre l'évolution géographique de l'indice de sécheresse dans le sens ouest-est. Victoria, l'indice est le plus élevé durant la saison. En général, il est, dans l'intérieur de la Colombie-Britannique, comparativement élevé, mais il s'abaisse à la ligne de partage des eaux du continent, sur le côté à l'abri du vent. Dans la plaine centrale, l'indice est comparativement élevé, les valeurs s'abaissant lentement vers l'est. Ces tendances géographiques se répercutent sur la répartition mensuelle moyenne de la pluviosité répertoriée dans l'Atlas climatique du Canada (Anonyme, 1986). Ainsi, la pluviosité estivale constamment faible au-dessus du sud-est de l'île Vancouver et dans l'intérieur de la Colombie-Britannique se traduit par un indice élevé. La pente orientale des Rocheuses possède un indice comparativement faible en raison des précipitations estivales plus importantes, souvent causées par les systèmes cycloniques de pluie qui se manifestent l'été (Hare et Thomas, 1972). La prairie connaît des précipitations relativement faibles en été, ce qui relève l'indice. L'Ontario et le Québec sont exposés aux précipitations causées par les orages qui traversent fréquemment ces provinces. Les provinces de l'Atlantique sont assujetties au régime océanique et sont exposées aux précipitations apportées par les vestiges d'ouragans qui atteignent leur littoral (Hare et Thomas, 1972) de même qu'aux précipitations des systèmes (synoptiques) extratropicaux.

Au Canada, on compte plus de 1 000 stations de météorologie forestière, ce qui complique l'analyse et la présentation de l'évolution saisonnière des indices de sécheresse de l'ensemble. D'après les graphiques de la variation mensuelle de l'indice en fonction de l'emplacement géographique (annexe C), l'écart entre les stations voisines est habituellement faible. Toutefois, l'affirmation ne tient pas lorsqu'un obstacle physiographique influe sur la météorologie. La similitude locale des valeurs moyennes de l'indice de sécheresse permet aux stations de météorologie forestières omises du présent rapport de se servir des graphiques établis sur une station voisine pour caractériser l'évolution saisonnière de l'indice local. L'exactitude est suffisante, et il est ainsi possible de savoir comment les valeurs actuelles de l'indice se comparent à la tendance à long terme.

Les deux lignes pointillées des graphiques de l'annexe B montrent la valeur moyenne de l'indice de sécheresse à +1 et à -1 écart type. Ces traits montrent la variabilité des valeurs calculées sur les 35 années d'observation. Il est peu probable que les valeurs observées de l'indice correspondront précisément à la courbe moyenne, mais les deux tiers de toutes les valeurs observées se situeront à l'intérieur de la bande bornée par ces deux pointillés. On s'attend à ce que les valeurs se situent au-dessus ou au-dessous de la courbe de la moyenne pendant de nombreuses années et que, en moyenne, une année sur six se situera au-dessus de la courbe supérieure ou au-dessous de la courbe inférieure d'un écart type. Plus les valeurs s'éloigneront, vers le

[2]Pour les besoins du présent rapport, je pose que la saison des incendies commence le 1er avril et se termine le 30 septembre. Ces dates pourraient devoir changer selon l'année ou la localité, mais elles englobent la saison moyenne des incendies dans la plupart des régions du Canada.

haut de la courbe de l'écart type, plus la situation sera exceptionnelle (une année sur 10, sur 20, etc.). Si un écart extrême se situe au début de la saison des incendies et que la tendance se maintient, le phénomène peut annoncer une sécheresse pour le milieu de l'été. (L'écart par rapport à la normale au début de la saison des incendies peut ne pas être significatif si on le compare aux écarts ultérieurs dans la saison.) Sur les graphiques de l'annexe B figurent également les maximums calculés de l'indice de sécheresse pour les stations au cours des 35 années d'observation. Ces courbes devraient donner aux gestionnaires des incendies en forêts un point de repère supplémentaire pour les aider à évaluer les valeurs actuelles.

La correction de la valeur initiale de l'indice de sécheresse, au début de la saison, pour tenir compte de l'effet de l'hiver, amènerait les valeurs observées au printemps à dépasser les maximums calculés dans le présent document. Ce maximum se répercuterait vers l'avenir jusqu'à ce qu'une forte précipitation ramène les valeurs plus près de la normale. De fait, ces tendances peuvent être observées dans la nature au printemps. La figure 2 donne un exemple de l'indice de sécheresse corrigé en fonction de l'hiver, qui se rapproche des valeurs plus normales pour la saison au début de juin, alors qu'une pluviosité suffisante (dans ce cas 95,1 mm au cours de 9 jours) abaisse l'indice.

La forte saisonnalité de l'indice empêche l'emploi d'une échelle qualitative (Stocks, 1974), par exemple indices bas, moyens, élevés, etc. Ainsi, un indice de 275, le 7 mai ne donnerait pas lieu à la même interprétation le 29 août, tandis que son échelle qualitative ne changerait pas.

L'interprétation des valeurs précises de l'indice de sécheresse, afin d'en déduire le comportement de l'incendie, ne dépend pas de la date. Ainsi, un indice observé de 200 en juin est vu, dans ce contexte, de la même façon qu'un indice de 200 en août. D'autres facteurs, qui se manifestent à des époques bien précises et qui ne sont pas pris en considération dans l'indice de sécheresse, peuvent influer considérablement sur le comportement de l'incendie (par exemple le débourrement, la croissance d'une végétation de succulentes, la chute des feuilles), mais, pour les besoins de l'indice de sécheresse, la valeur de cette dernière reste constante.

CONCLUSIONS

L'indice de sécheresse de la Méthode canadienne de l'indice forêt-météo est un indicateur de la sécheresse à long terme. Il n'est pas aussi sensible aux variations météorologiques journalières que les autres indices de la Méthode. Il exhibe plutôt des tendances saisonnières définies qui subissent l'influence du climat régional. Son évolution saisonnière empêche que l'on y définisse des classes de danger; tôt au printemps une seule valeur peut être très élevée pour cette période de l'année, mais elle ne peut que se placer au milieu de l'intervalle de variation de toute la saison. Les graphiques des tendances saisonnières peuvent servir à déterminer comment les valeurs observées de l'indice de sécheresse se comparent aux valeurs observées au cours des 35 dernières années à la station. Les années exceptionnellement sèches ou humides se situeront au-dessus (ou au-dessous) de la courbe d'un écart type. Nous n'avons pas pu tenir compte, dans le présent rapport, du millier et plus de stations de météorologie forestière du pays, mais les écarts entre les valeurs et les tendances de l'indice entre les stations voisines sont mineurs, dans la plupart des cas, et permettent de caractériser les régions qui possèdent plusieurs stations au moyen d'un seul graphique d'une station représentative. La correction de la valeur de l'indice de sécheresse pour tenir compte de l'effet de l'hiver (Turner et Lawson, 1978; Alexander, 1982), qui élève cette valeur au printemps, se manifestera sur les graphiques comme une situation exceptionnellement sèche pour la saison, ce qui, en effet, est une représentation fidèle du phénomène sur le terrain.

BIBLIOGRAPHIE

Alexander, M.E. 1982. Calculating spring Drought Code starting values in the prairie provinces and Northwest Territories. Environ. Can., Can. For. Serv., Northern For. Res. Centre, Edmonton, Alta. Forest Manage. Note No. 12.

Alexander, M.E. 1983. Tables for determining spring Drought Code starting values in west-central and northern Canada. Environ. Can., Can. For. Serv., Northern For. Res. Centre, Edmonton, Alta. Forest Manage. Note No. 19.

Anonymous. 1986. Climatic atlas climatique - Canada: a series of maps portraying Canada's climate. Map series 2 - precipitation. Environ. Can., Atmos. Environ. Serv. Can., Ottawa.

Hare, F.K.; Thomas, M.K. 1974. Climate Canada. Wiley Publ., Toronto, Ontario.

Harrington, J.B.; Flannigan M.D.; Van Wagner, C.E. 1983. Study of the relation of components of the Fire Weather Index to monthly provincial area burned by wildfire in Canada, 1953-80. Environ. Can., Can. For. Serv., Petawawa Natl. For. Inst., Ont. Inf. Rep. PI-X-25.

Merrill, D.F.; Alexander, M.E. eds. 1987. Glossary of forest fire management terms. Fourth edition. Natl. Research Counc. Can., Can. Comm. For. Fire Manage., Ottawa, Ont. Publ. No. NRCC 26516.

Muraro, S.J.; Lawson, B.D. 1970. Prediction of duff moisture distribution for prescribed burning. Can. Dep. Fish. and For., Can. For. Serv., Pacific For. Res. Centre, Victoria, B.C. Inf. Rep. BC-X-46.

Nikleva, S. 1973. Fire Weather Index climatology for Prince George, B.C. Environ. Can., Atmos. Environ. Serv., Pacific Reg., Vancouver, B.C.

Stocks, B.J. 1974. Wildfires and the Fire Weather Index System in Ontario. Environ. Can., Can. For. Serv., Great Lakes Forest Res. Centre, Sault Ste. Marie, Ontario. Inf. Rep. 0-X-213.

Turner, J.A. 1966. The stored moisture index / A guide to slash burning. British Columbia Forest Serv., Protection Div.

Turner, J.A. 1972. The Drought Code component of the Canadian Forest Fire Behavior System. Environ. Can., Can. For. Serv., Ottawa, Ont. Publ. No. 1316.

Turner, J.A.; Lawson, B.D. 1978. Weather in the Canadian Forest Fire Danger Rating system: a user guide to national standards and practices. Environ. Can., Can. For. Serv., Pacific For. Res. Centre, Victoria, B.C. Inf. Rep. BC-X-177.

Van Wagner, C.E. 1987. Development and structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Can. For. Serv., Ottawa, Ont. For. Tech. Rep. 35.

Figure 1. Map of Canada showing AES weather stations used for this study. /
Répartition des stations météorologiques canadiennes du SEA sur lesquelles se fonde la présente étude.

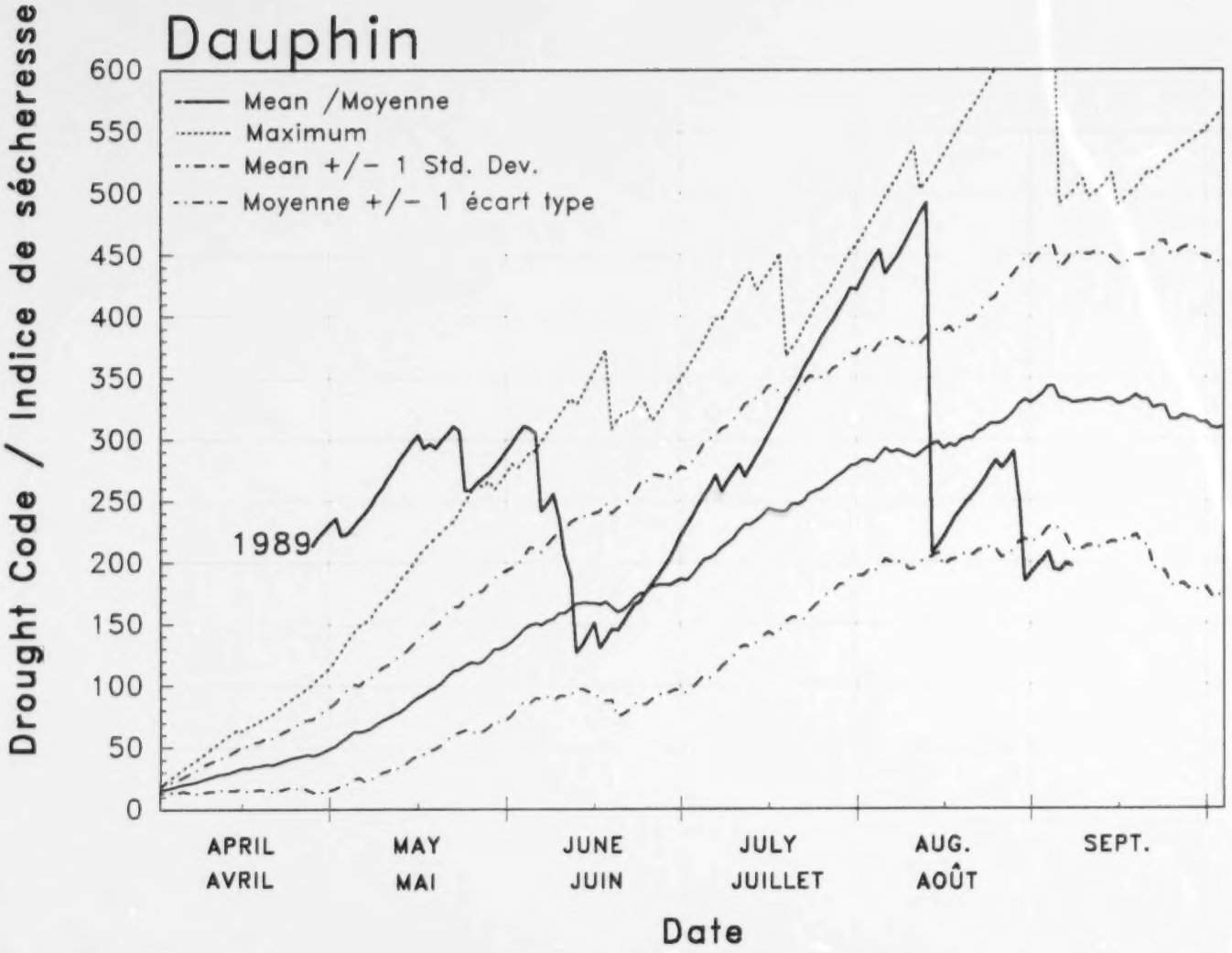


Figure 2. Dauphin, Manitoba, 1989. The overwinter adjusted DC value received sufficient precipitation to depress it into the average range, but unseasonably hot dry weather throughout July raised the DC well above average by early August./
Dauphin (Manitoba), 1989. L'indice corrigé de sécheresse, pour tenir compte de l'effet de l'hiver, est abaissé en raison de précipitations suffisantes qui le ramènent dans l'intervalle des moyennes, mais le temps exceptionnellement chaud et sec de juillet le relève bien au-dessus de la moyenne dès le début d'août.

APPENDIX A/ANNEXE A
Details of Weather Station operation by region/ Détails du fonctionnement des stations météorologiques, par région (from /d'après Harrington et al./et collab. 1983)

British Columbia/Colombie-Britannique

Victoria
Smithers
Fort Nelson
Williams Lake
Kimberley-Cranbrook (1953-69 from/de Kimberley, 1970-87 from/de Cranbrook)

Yukon - N.W.T./Yukon et Territoires du Nord-Ouest

Whitehorse
Yellowknife
Fort Smith
Dawson-Burwash (1953-66 from/de Dawson, 1967-87 from/de Burwash)

Alberta

Rocky Mountain House
Fort McMurray
Wagner-Slave Lake (1953-71 from/de Wagner, 1972-87 from/de Slave Lake)
Whitecourt

Saskatchewan

Cold Lake
North Battleford
Prince Albert
Hudson Bay

Manitoba

Winnipeg
Gimli-Bisset (1953-68 from/de Gimli, 1969-87 from/de Bisset)
The Pas
Dauphin
Wabowden-Thompson (1953-70 from/de Wabowden, 1971-87 from/de Thompson)

Western Ontario/Ouest de l'Ontario

Kenora
Sioux Lookout
Thunder Bay

Eastern Ontario/Est de l'Ontario

Earlton
Kapuskasing
Timmins
Muskoka

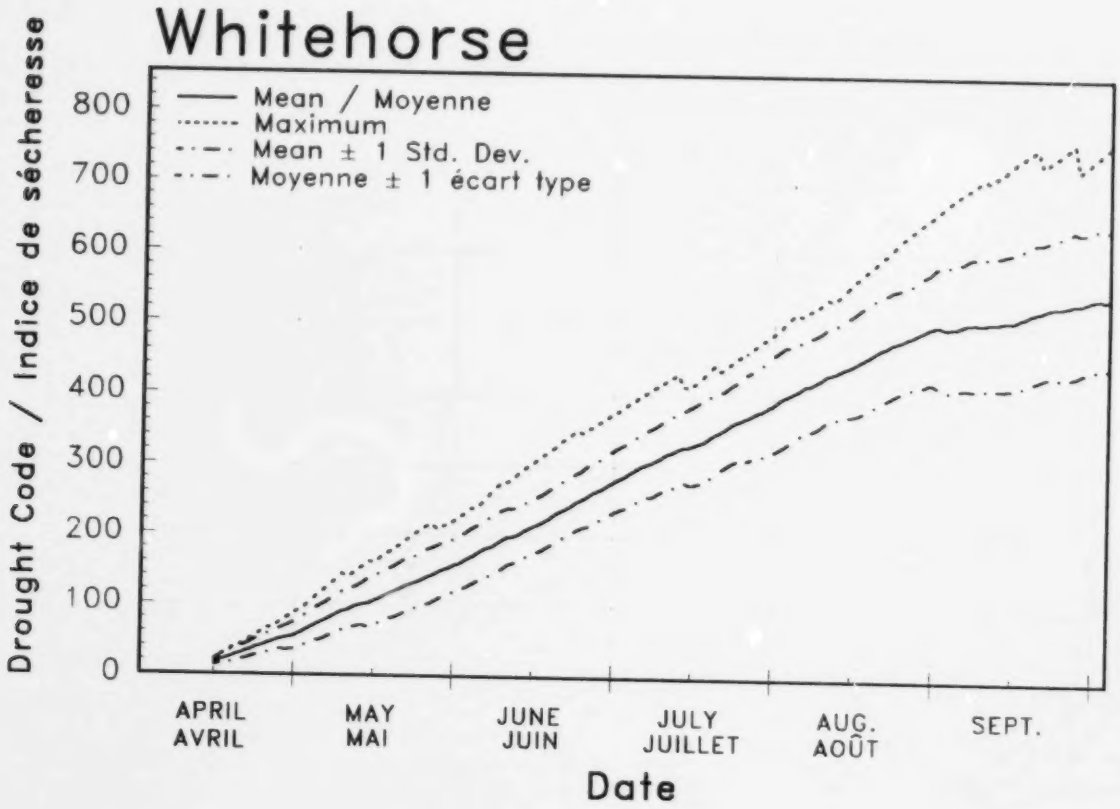
Québec

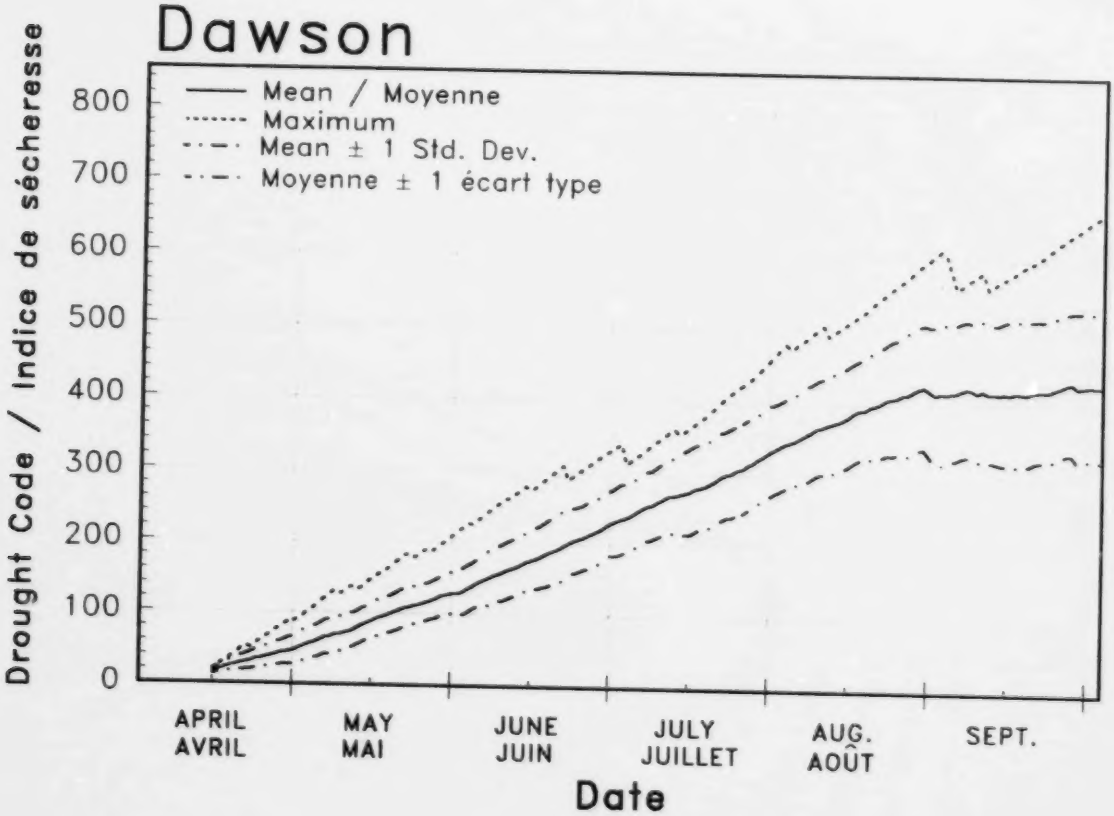
Bagotville-Roberval (1953-56 from/de Bagotville, 1957-87 from/de Roberval)
Val d'Or

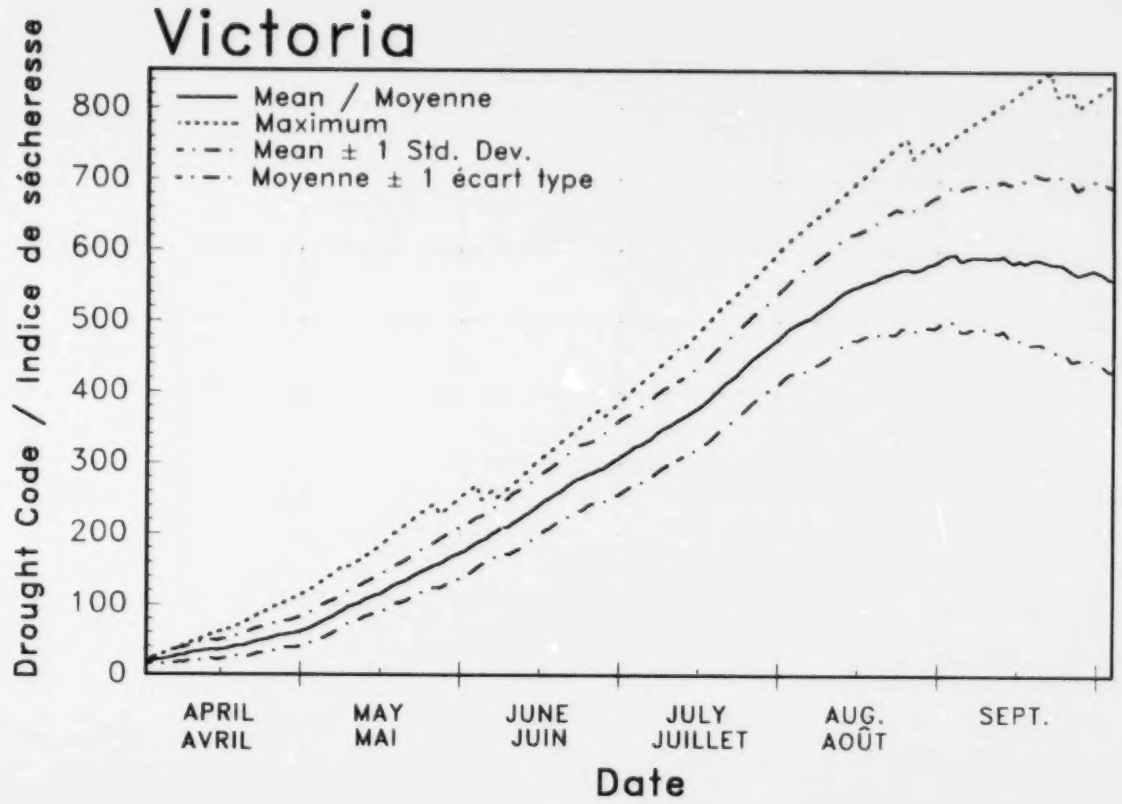
Atlantic Provinces/Provinces de l'Atlantique

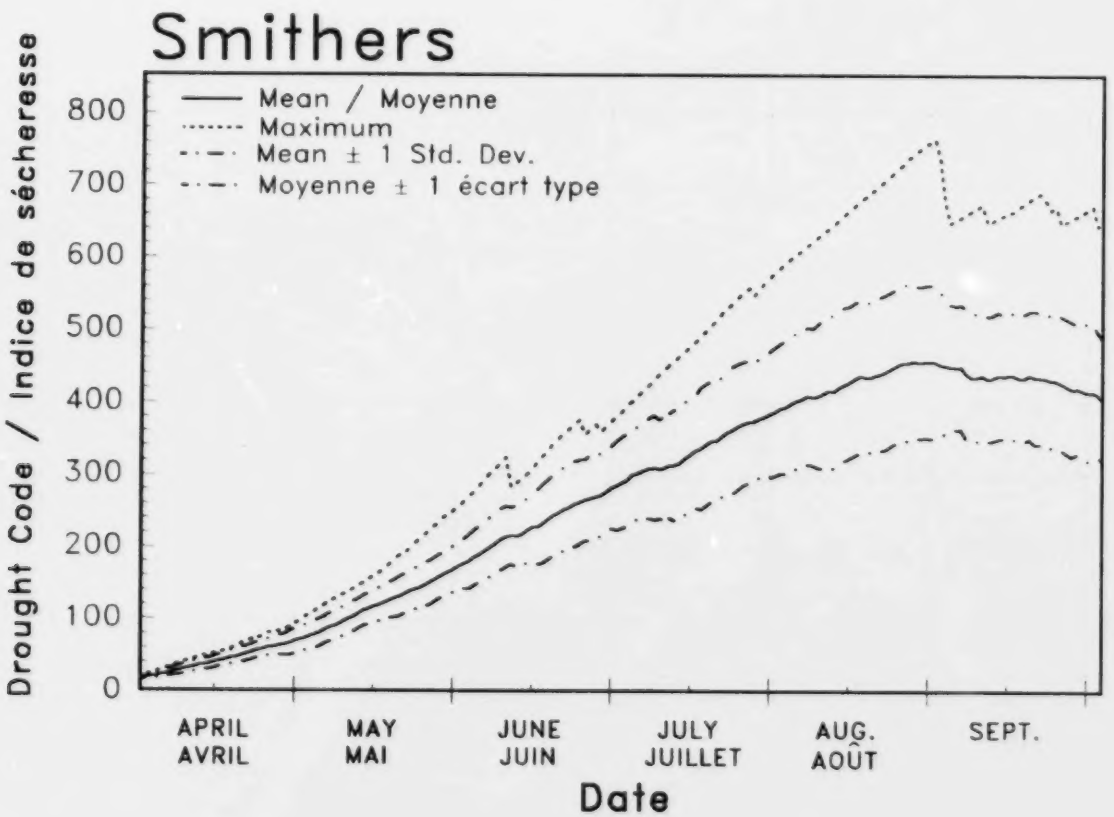
Campbellton-Charlo (1953-66 from/de Campbellton, 1967-87 from/de Charlo)
Gander
Goose Bay
Fredericton

APPENDIX B/ANNEXE B
Weather Station seasonal DC trends by region
Évolution saisonnière de l'indice de sécheresse observé aux stations météorologiques, par région

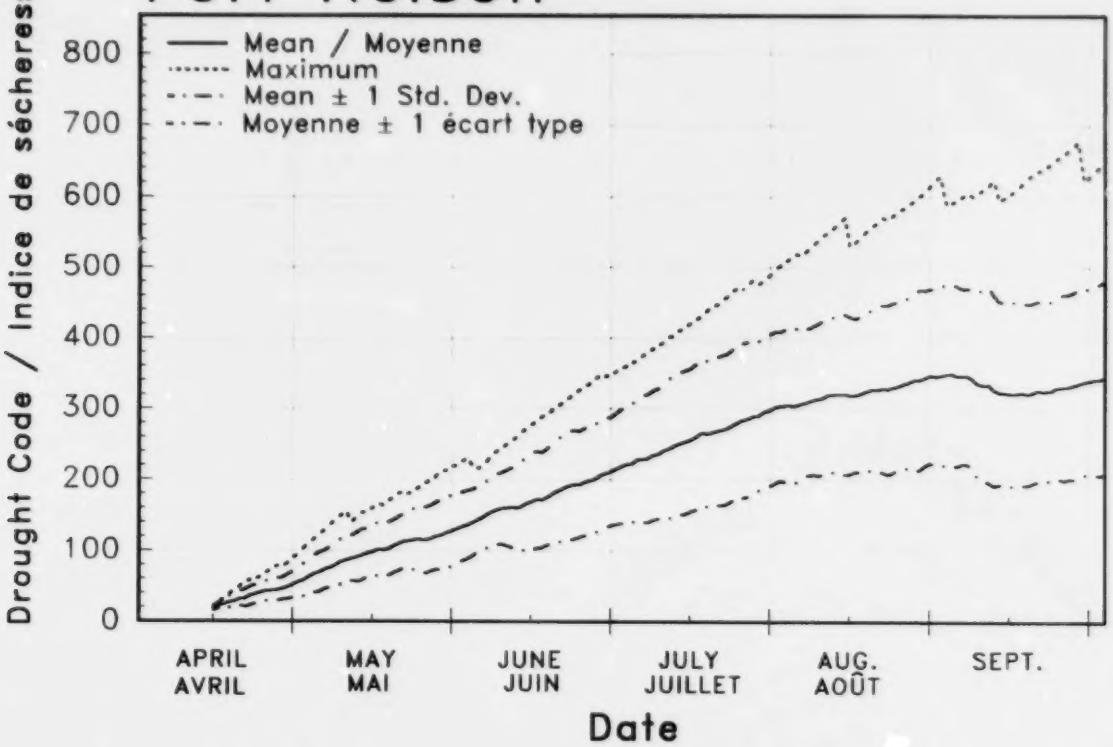

Whitehorse
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
800
700
600
500
400
300
200
100
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date


Dawson
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
800
700
600
500
400
300
200
100
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

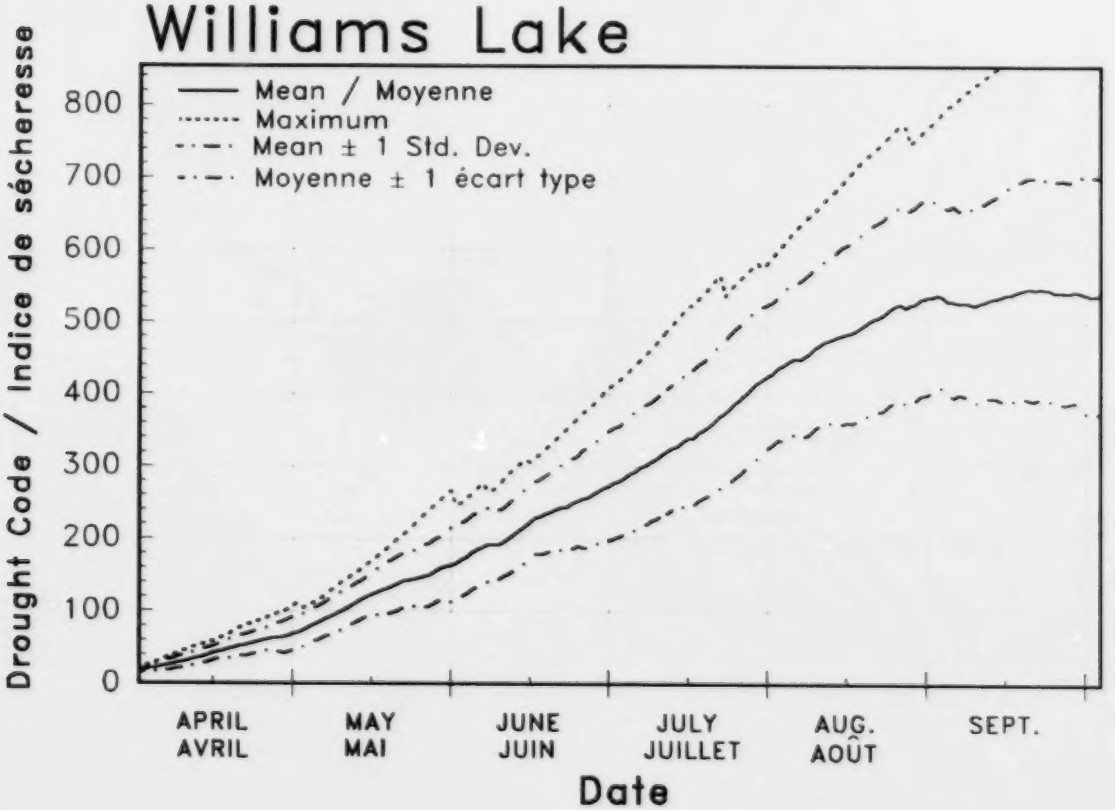

Victoria
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
100
200
300
400
500
600
700
800
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

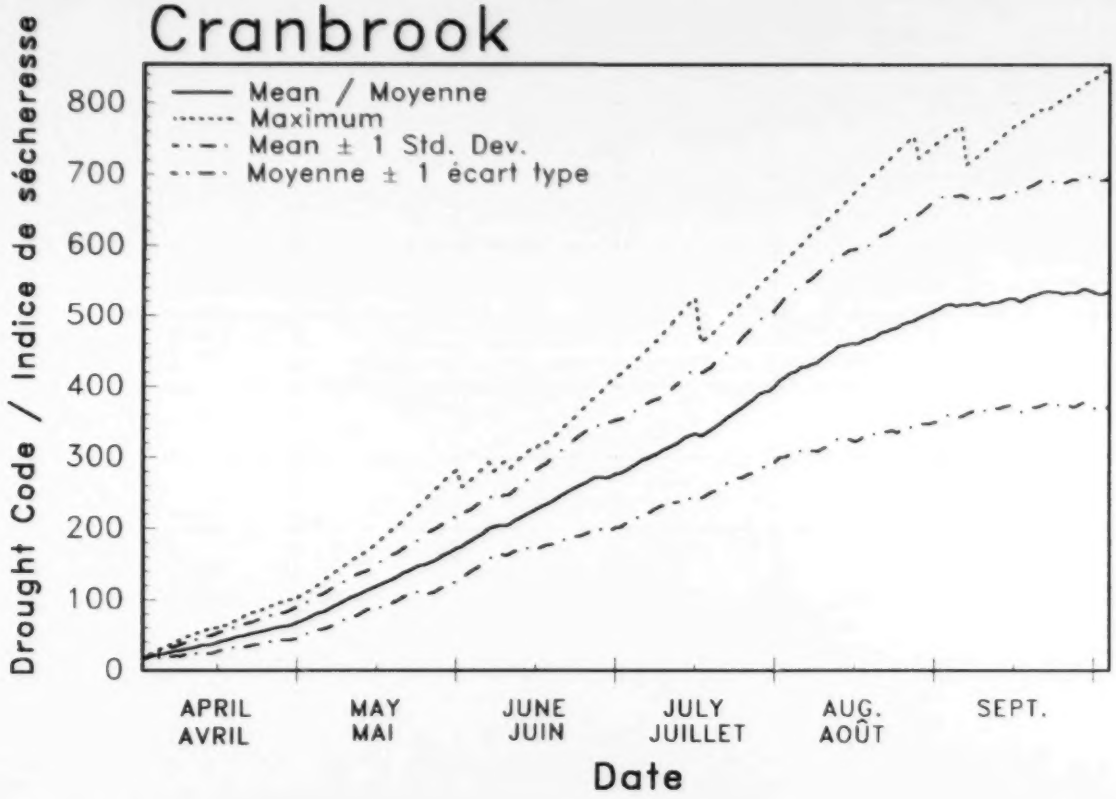

Smithers
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
100
200
300
400
500
600
700
800
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

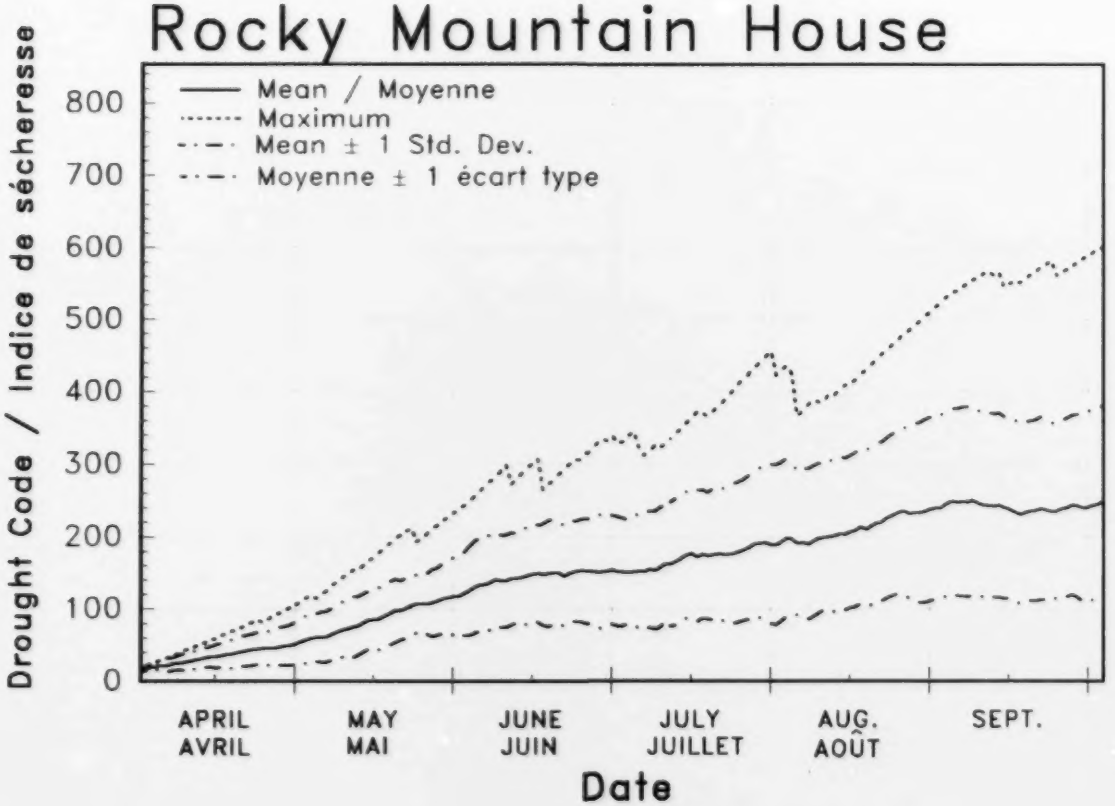
Fort Nelson

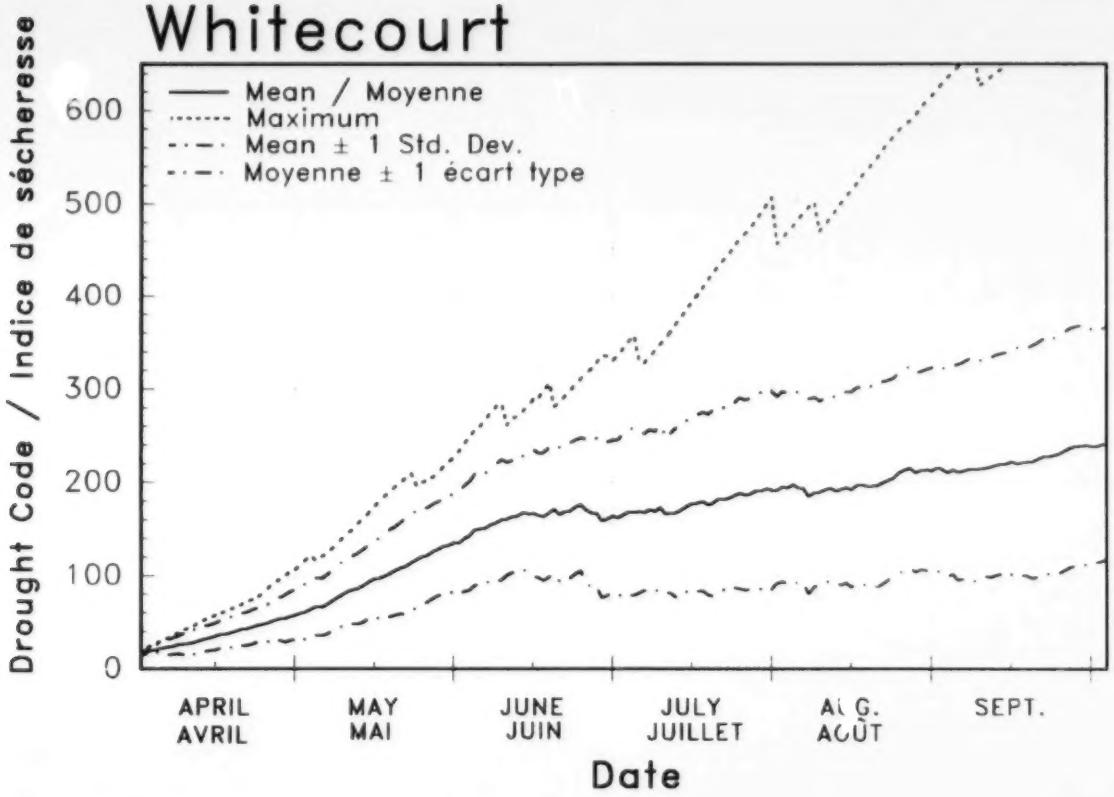


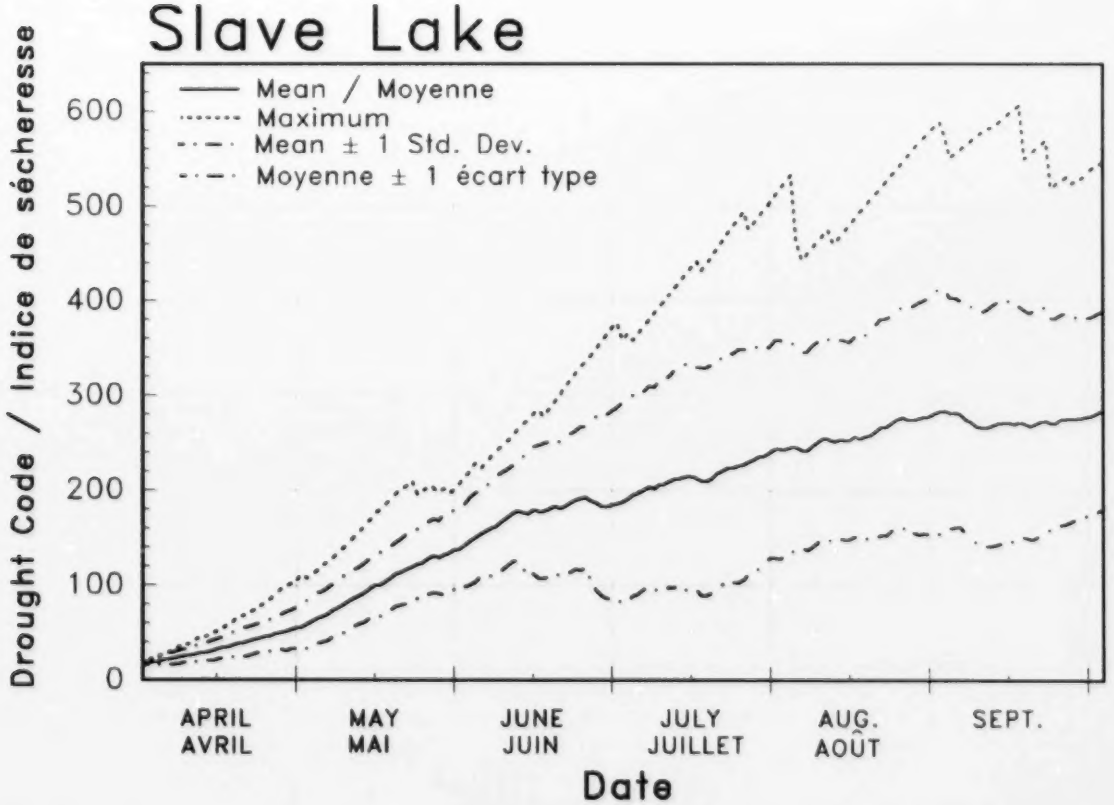
Williams Lake

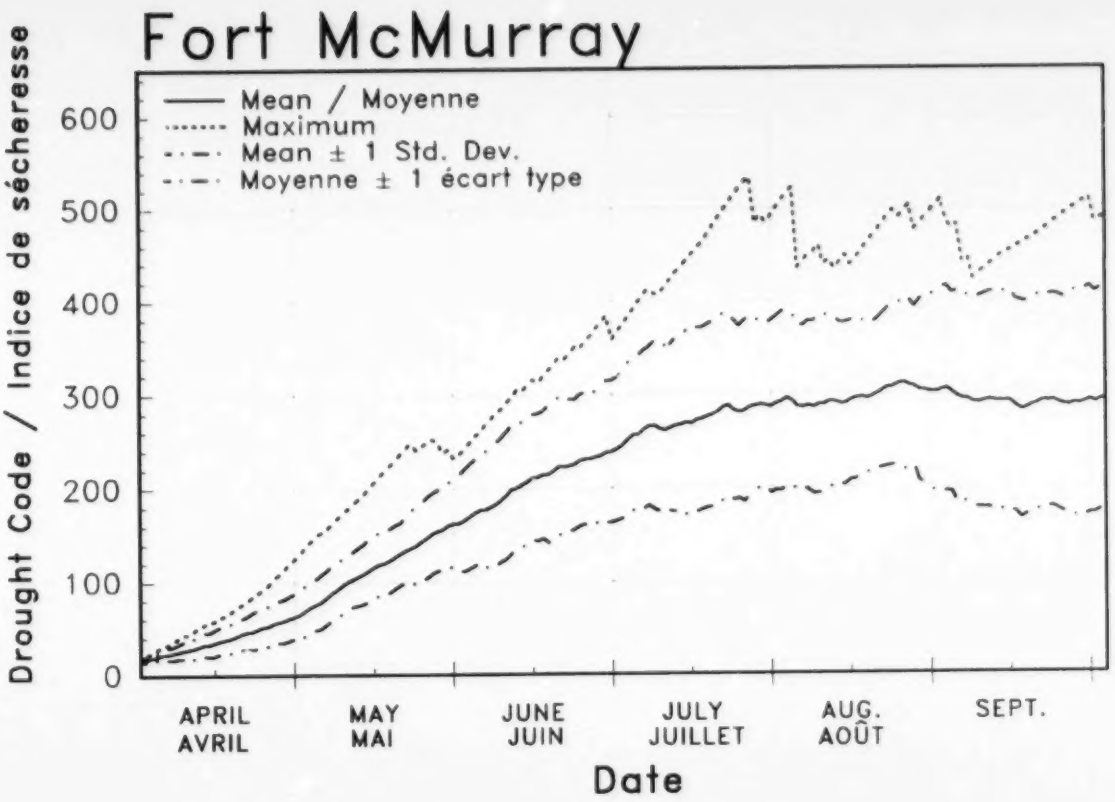


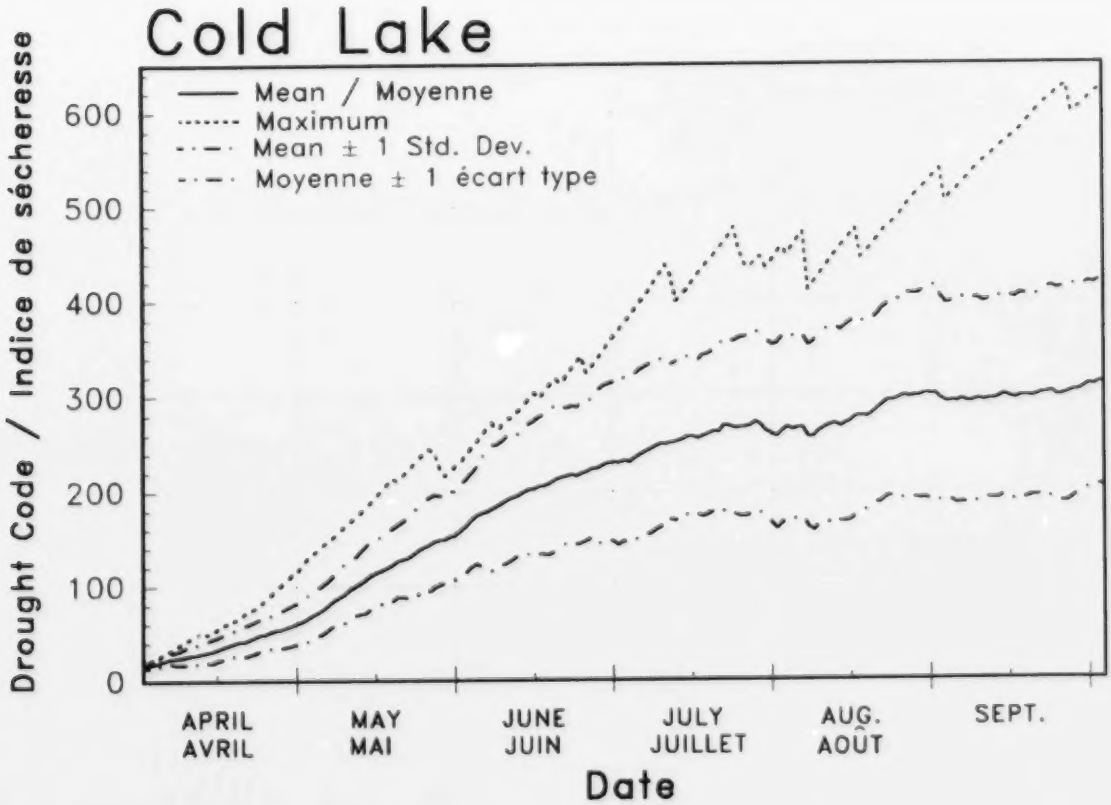

Cranbrook
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
100
200
300
400
500
600
700
800
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

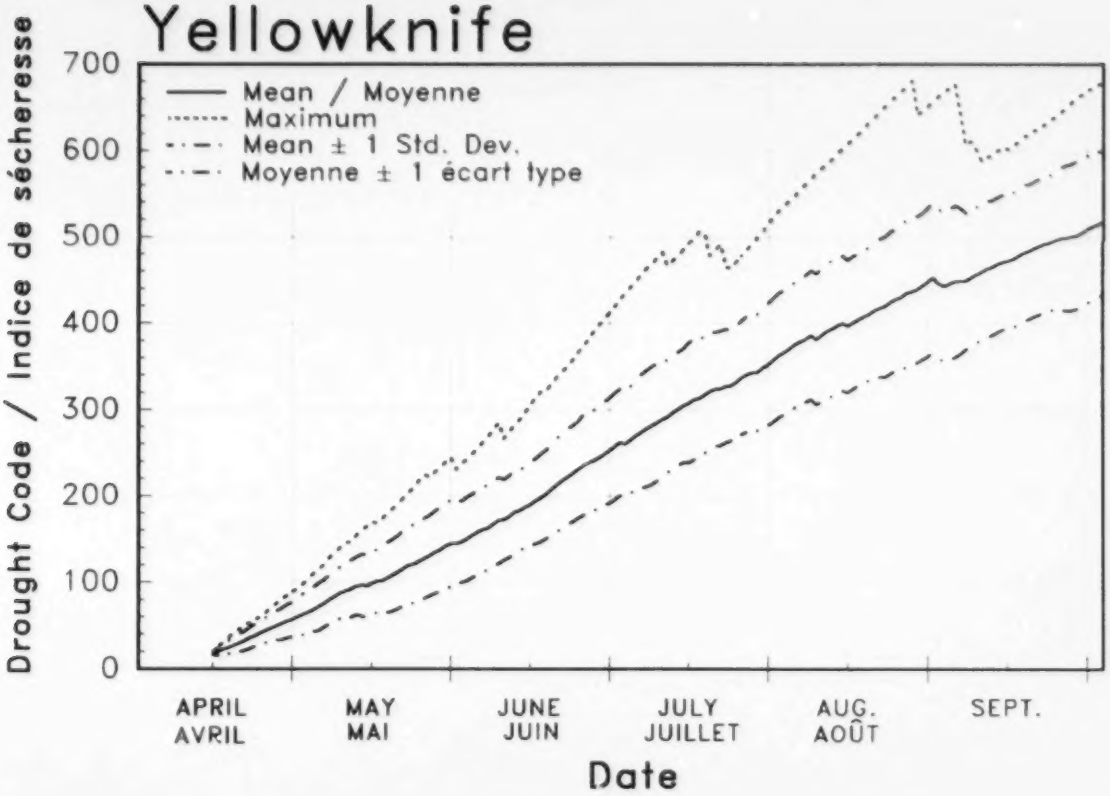

Rocky Mountain House
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
100
200
300
400
500
600
700
800
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

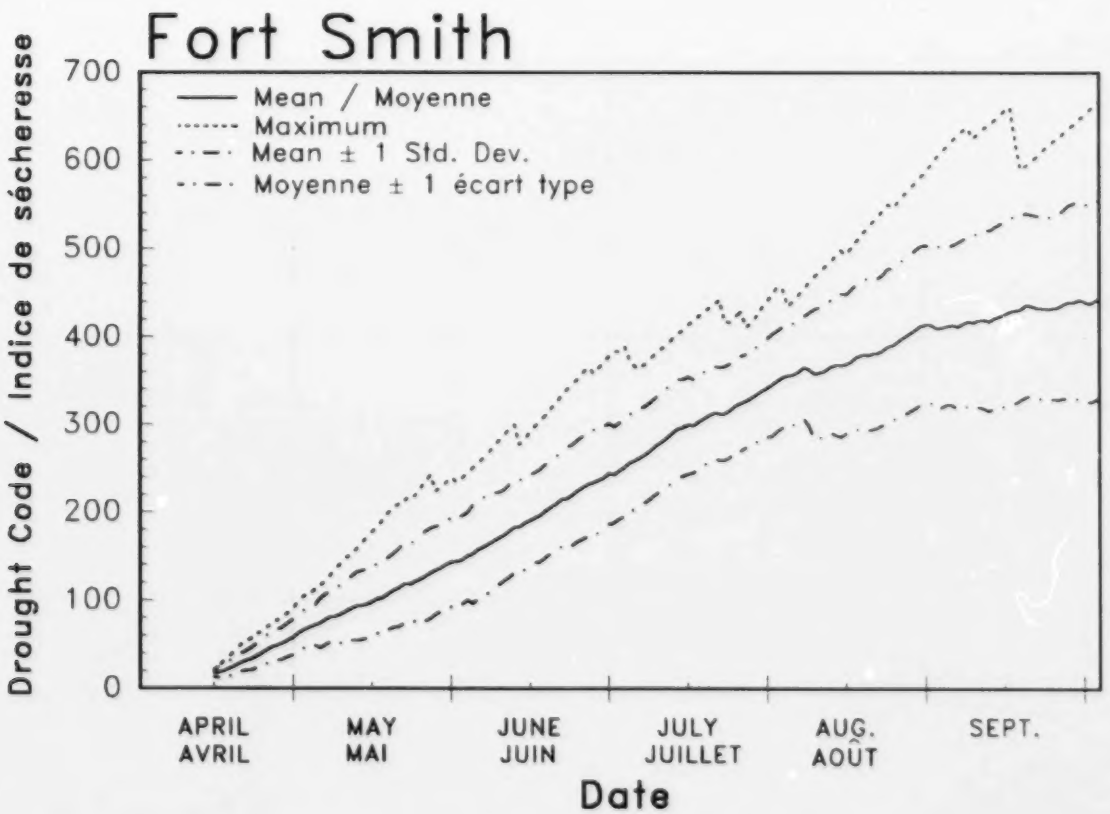

Whitecourt
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
100
200
300
400
500
600
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

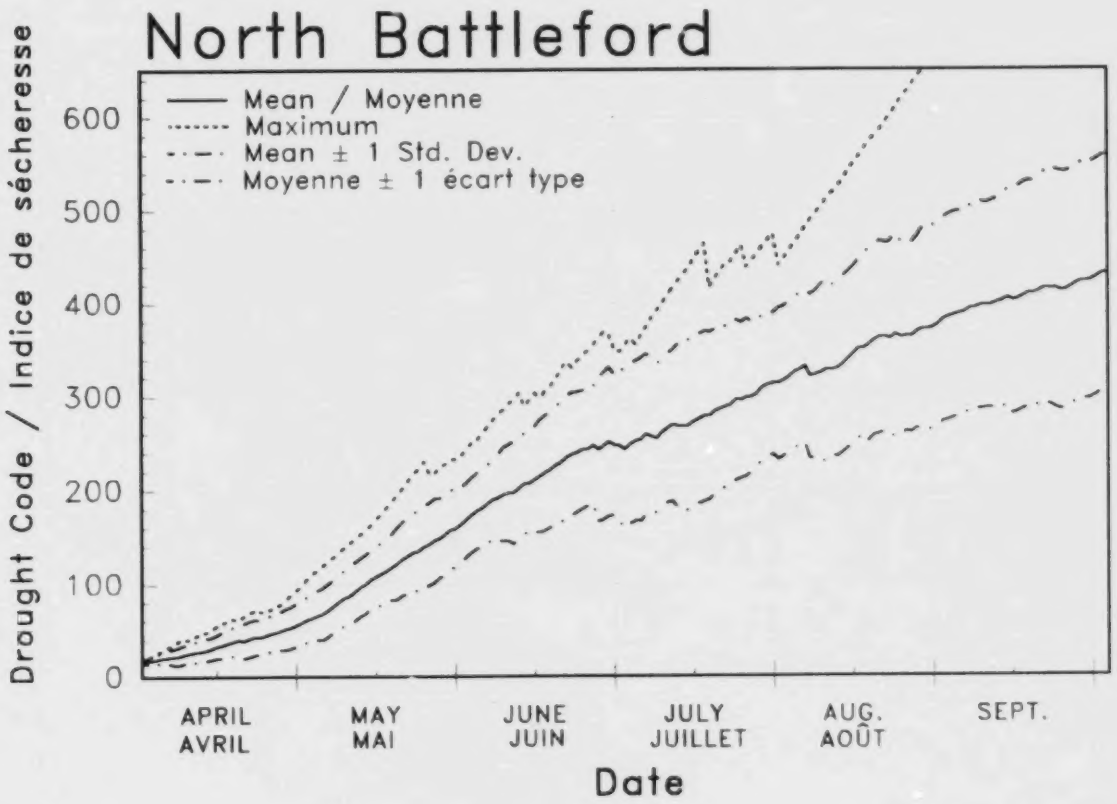

Slave Lake
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
100
200
300
400
500
600
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

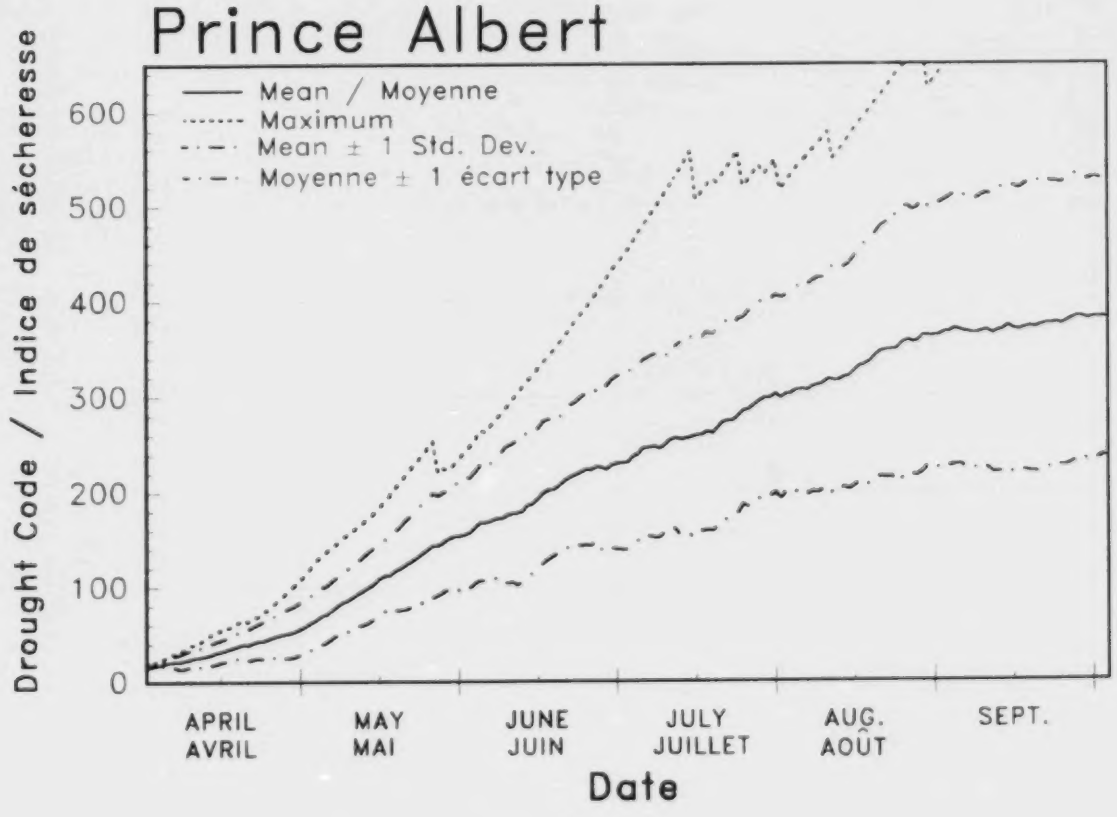

Fort McMurray
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
100
200
300
400
500
600
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

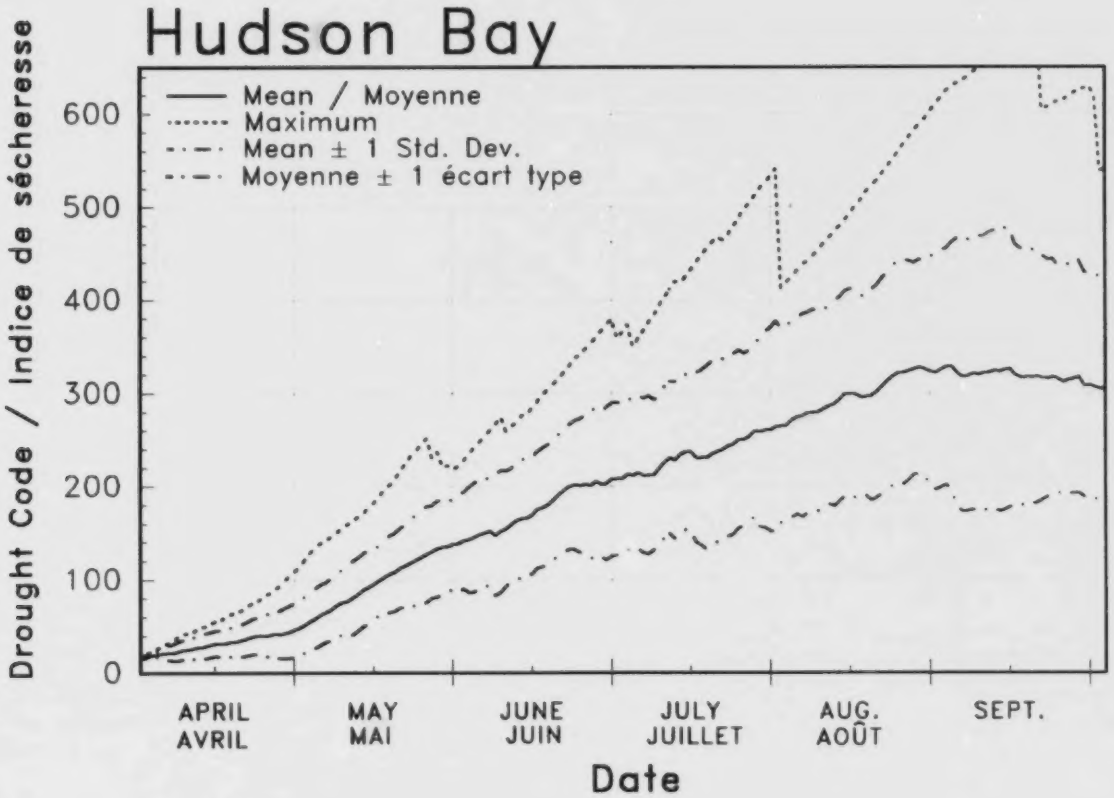

Cold Lake
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
100
200
300
400
500
600
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

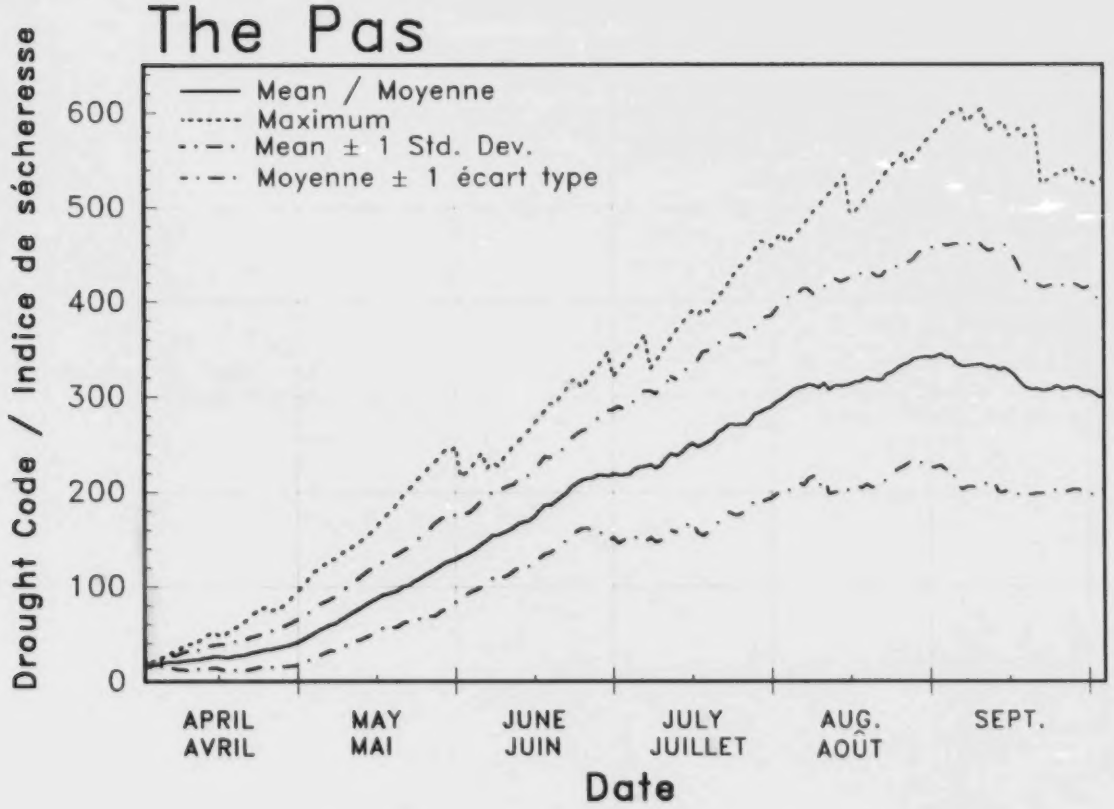

Yellowknife
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
700
600
500
400
300
200
100
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

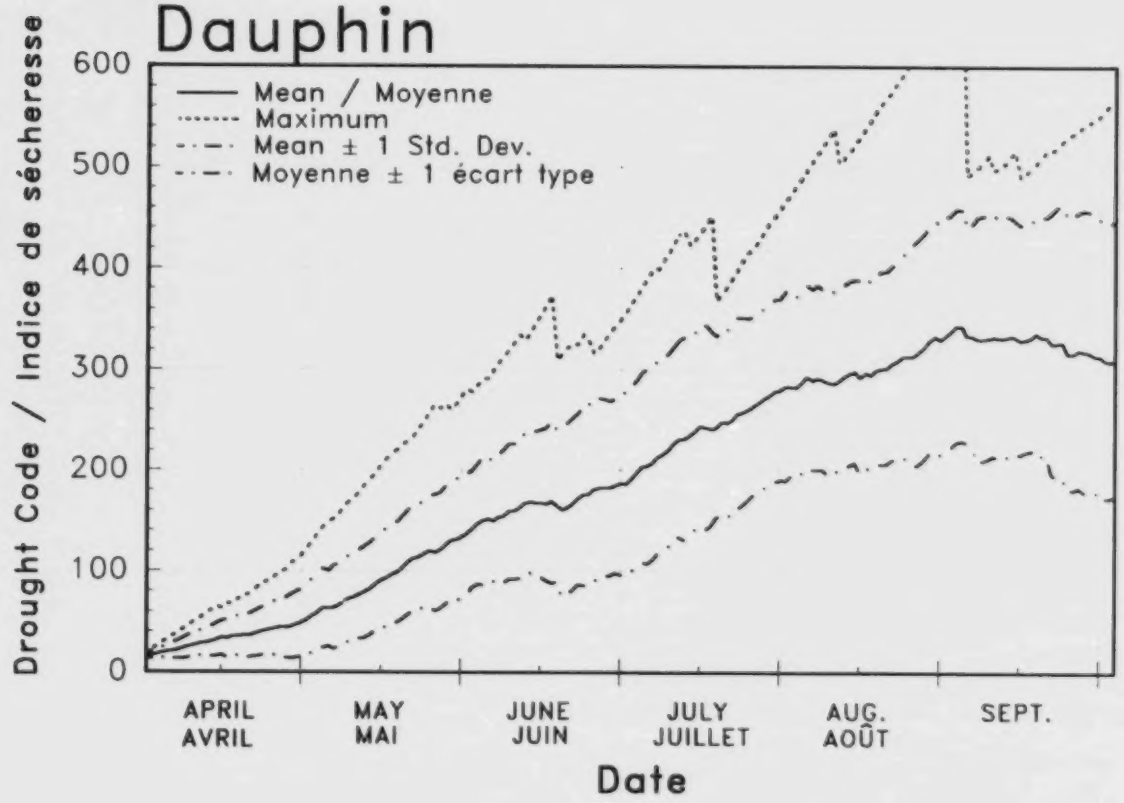

Fort Smith
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
700
600
500
400
300
200
100
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

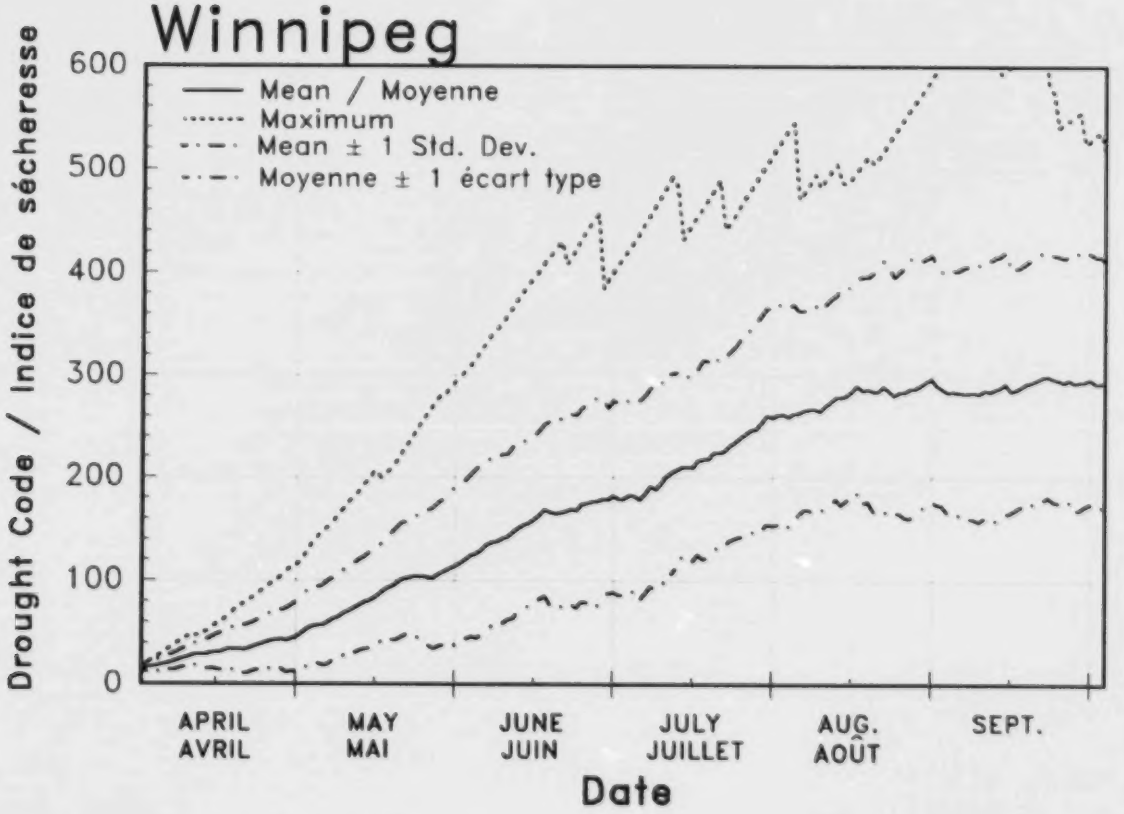

North Battleford
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
100
200
300
400
500
600
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

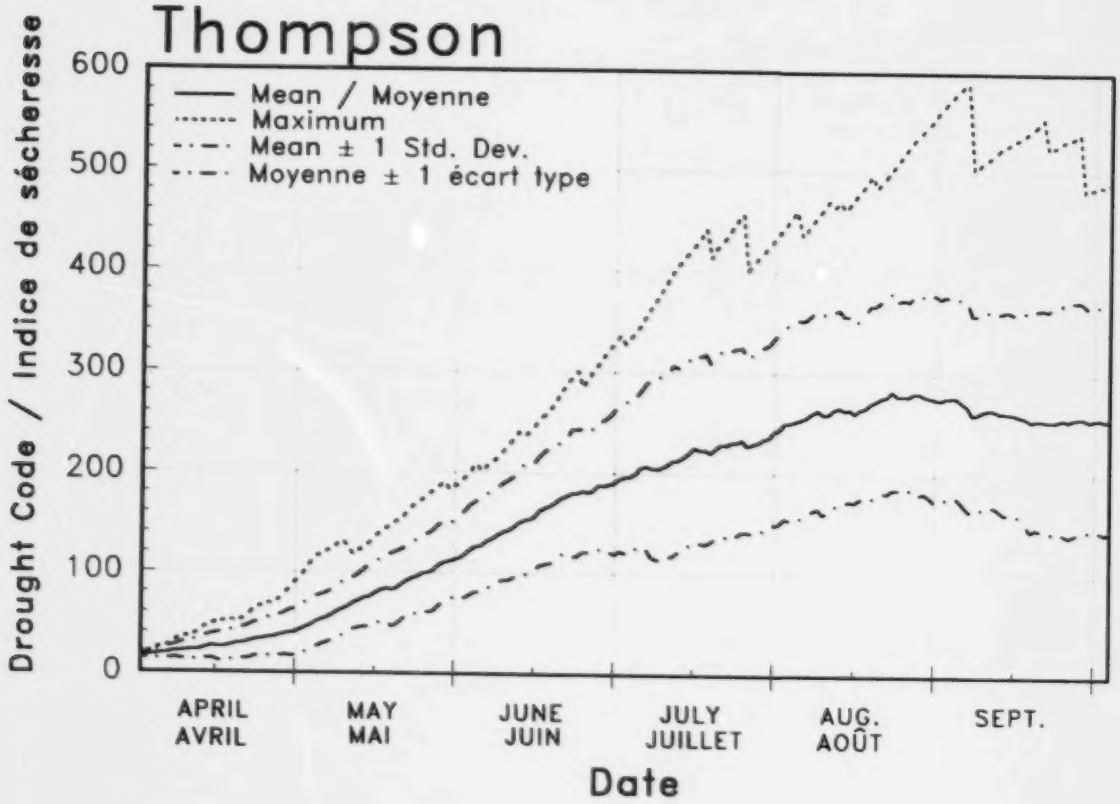

Prince Albert
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
100
200
300
400
500
600
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

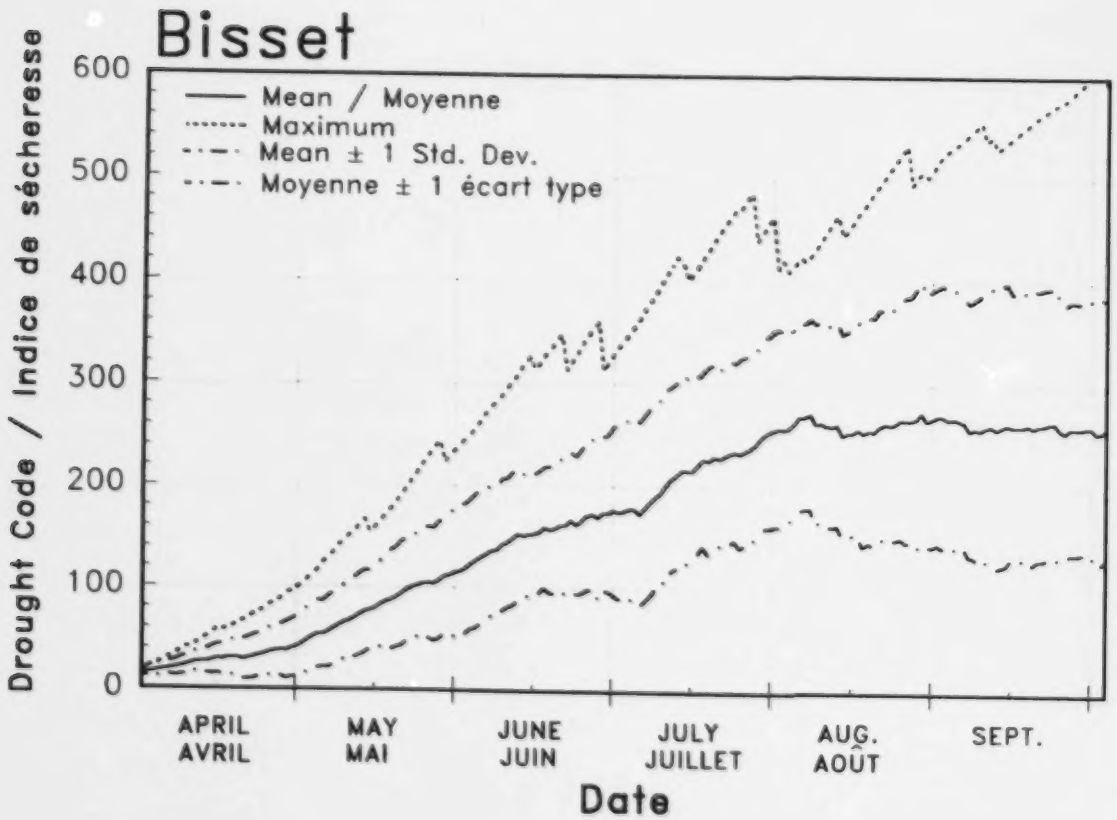

Hudson Bay
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
100
200
300
400
500
600
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

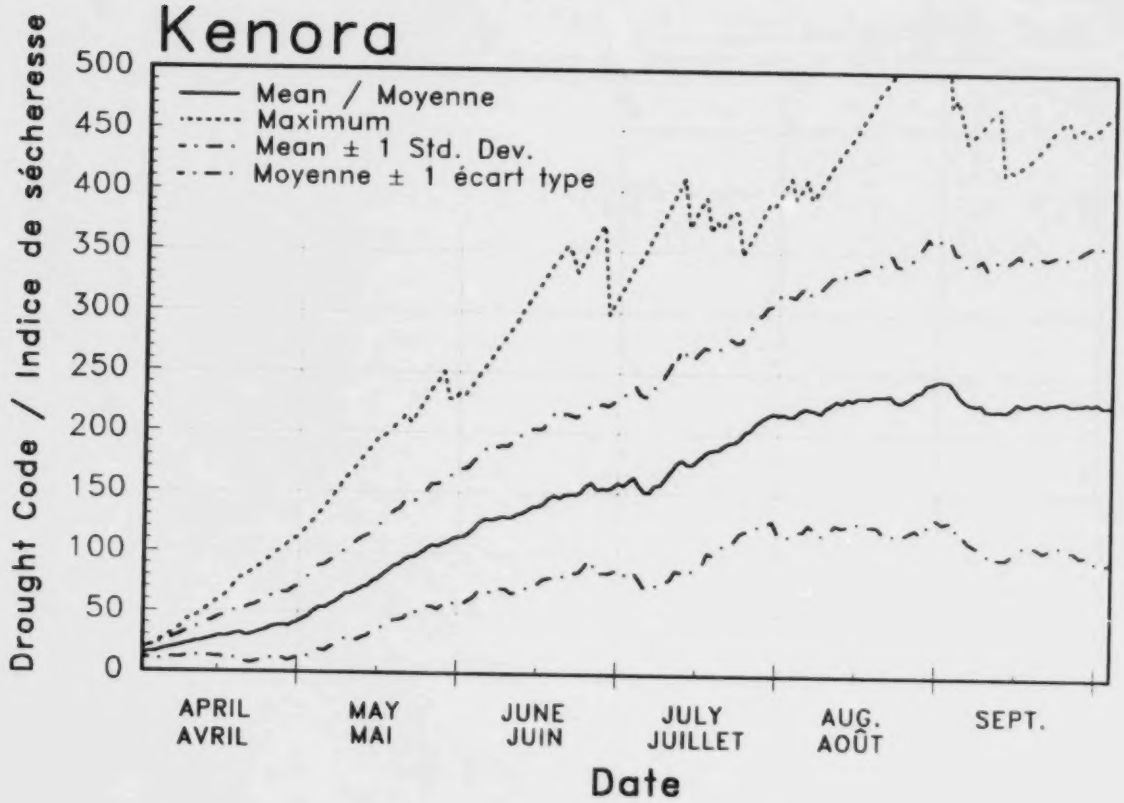

The Pas
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
100
200
300
400
500
600
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

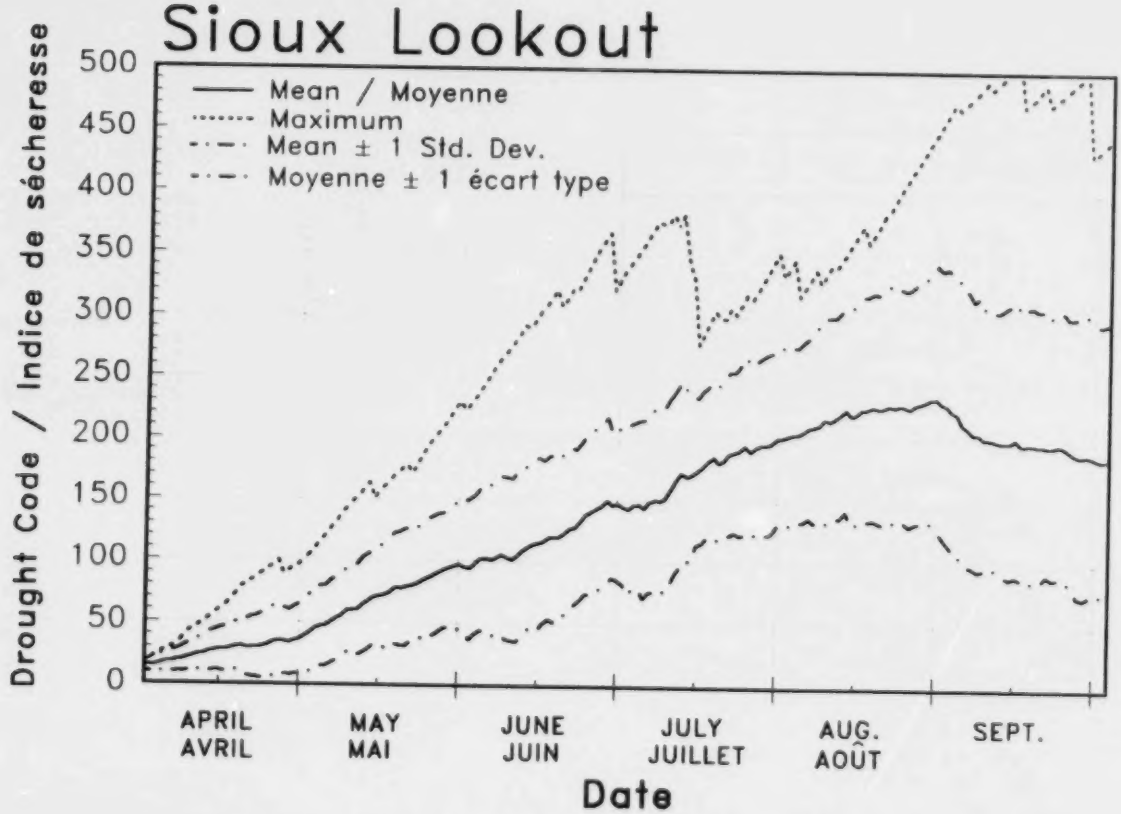

Dauphin
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
600
500
400
300
200
100
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

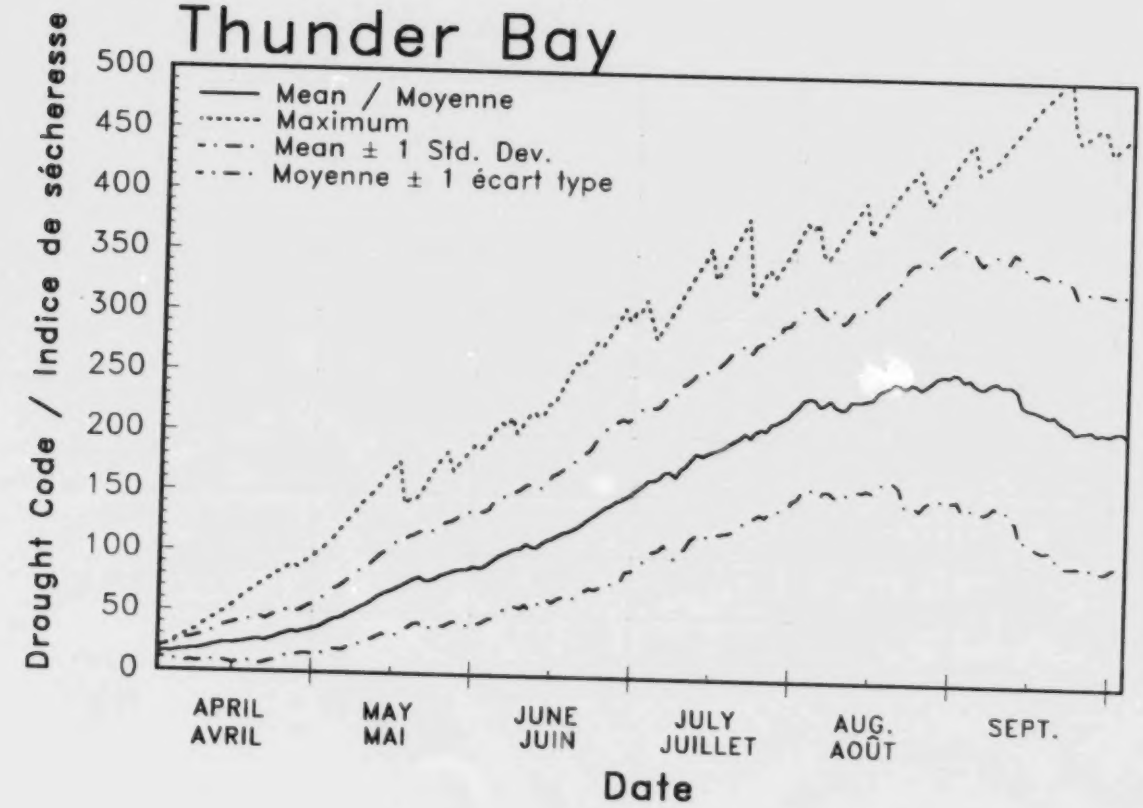

Winnipeg
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
600
500
400
300
200
100
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

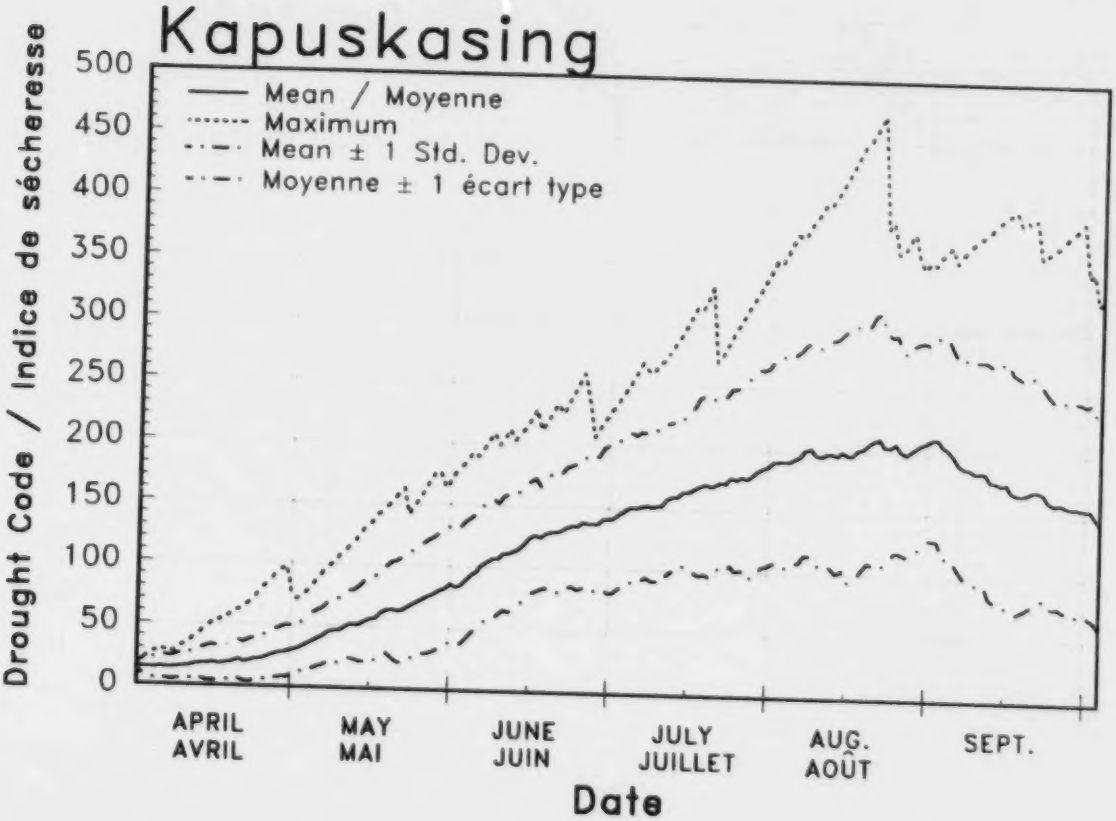

Thompson
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
600
500
400
300
200
100
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

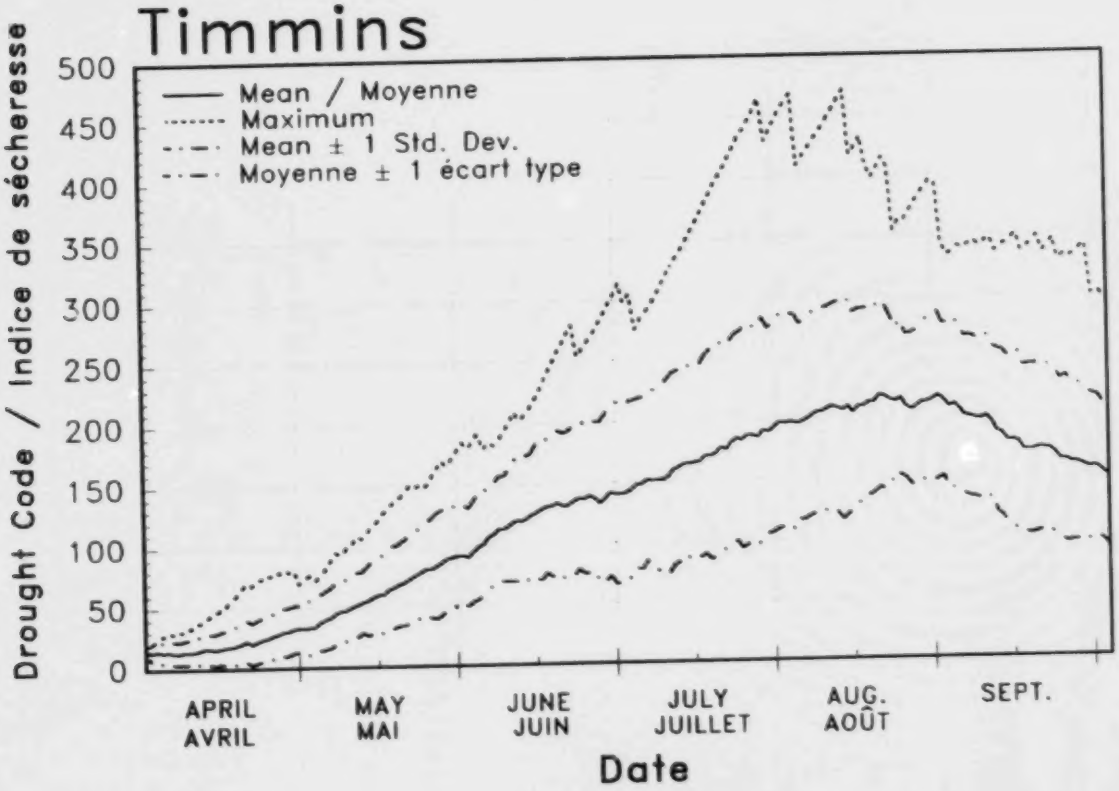

Bisset
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
600
500
400
300
200
100
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

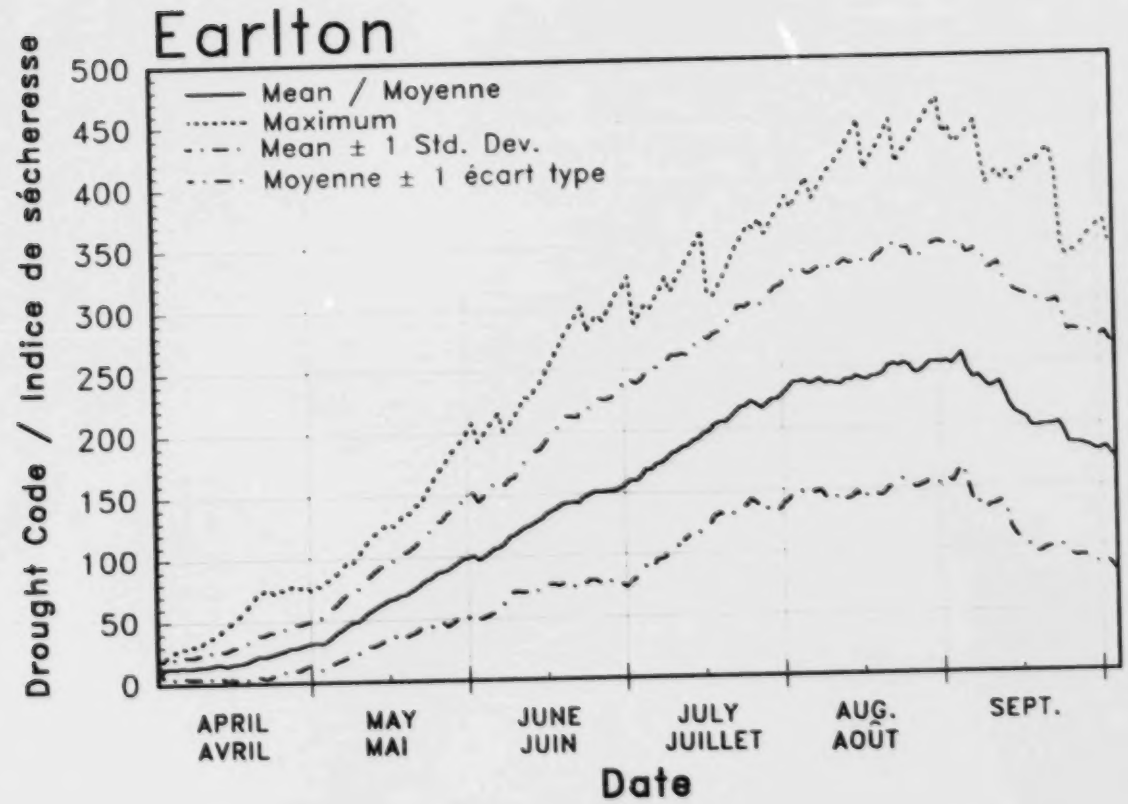

Kenora
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

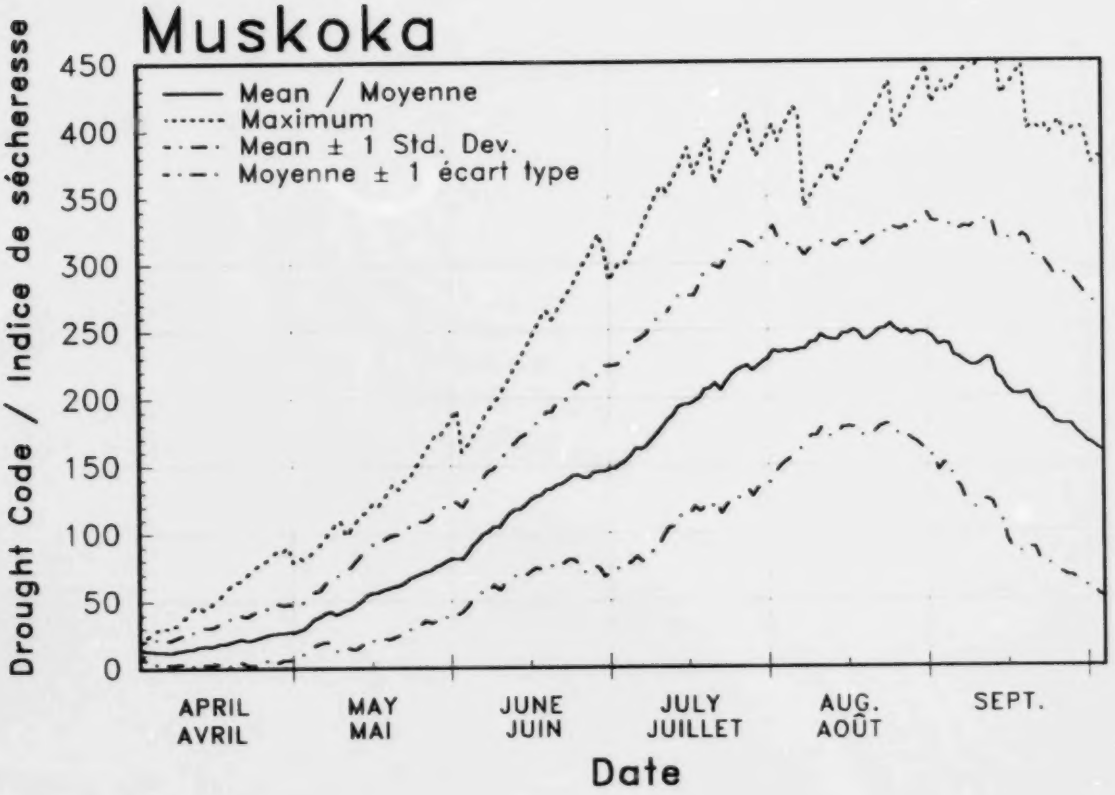

Sioux Lookout
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

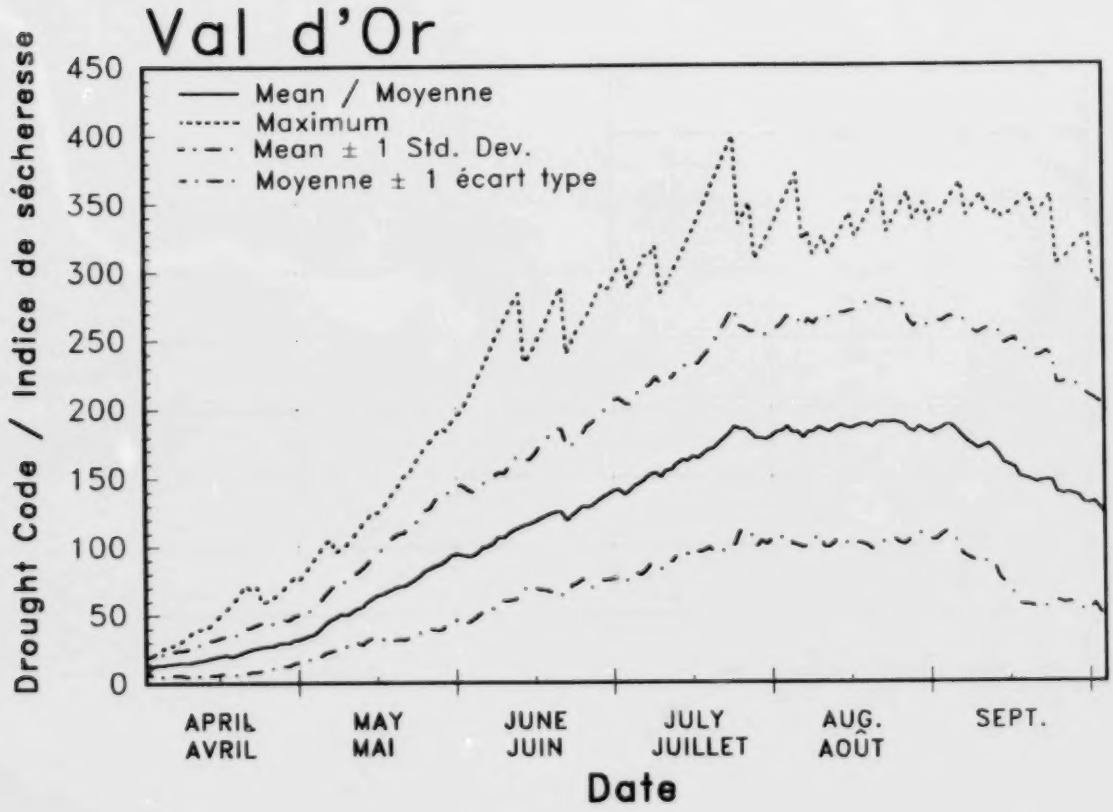

Thunder Bay
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

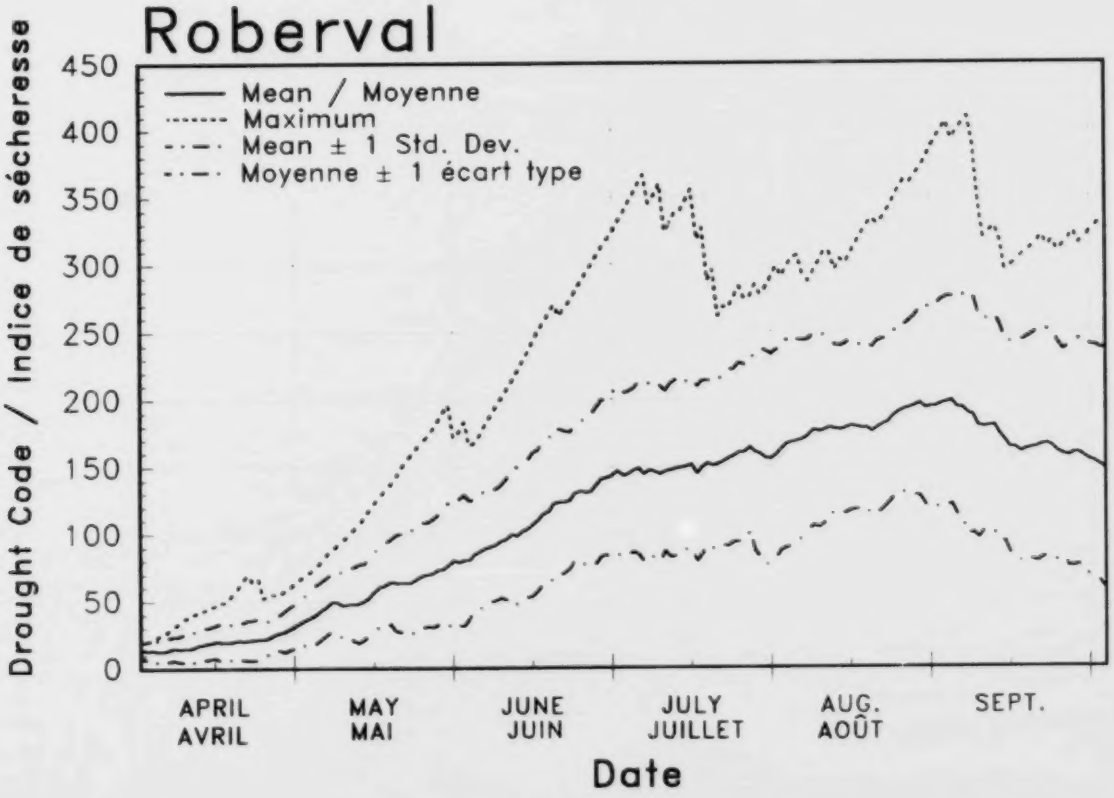

Kapuskasing
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

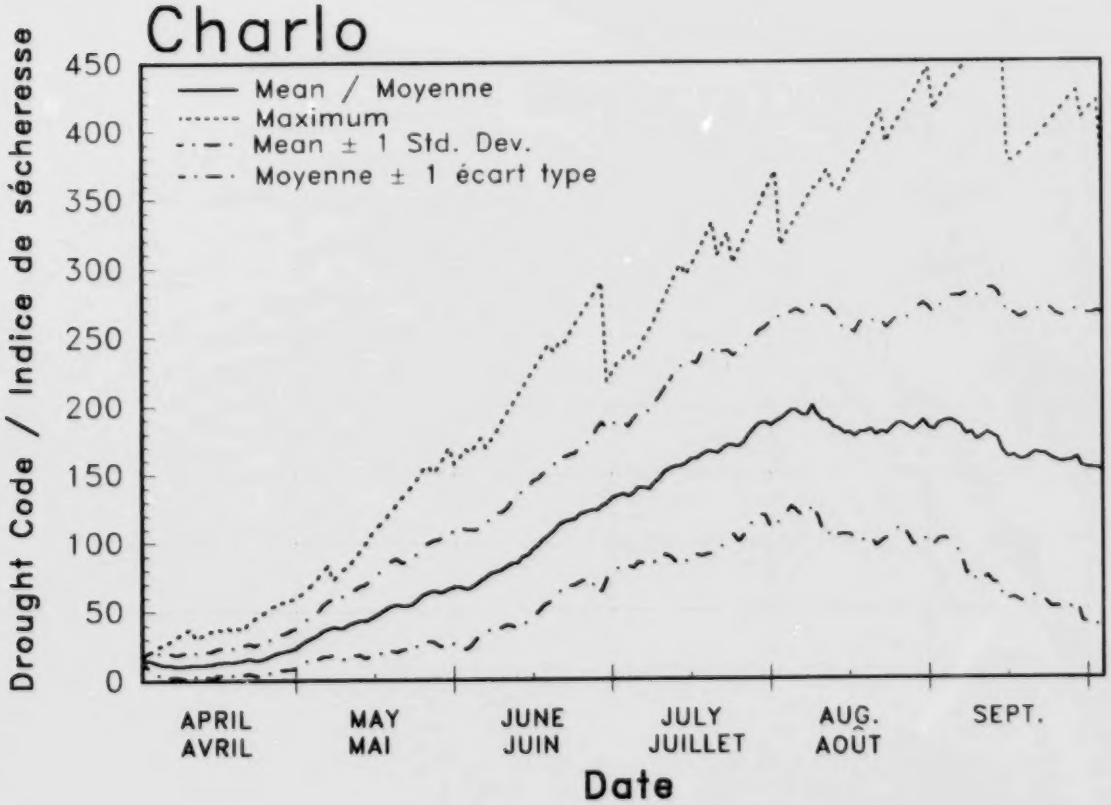

Timmins
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

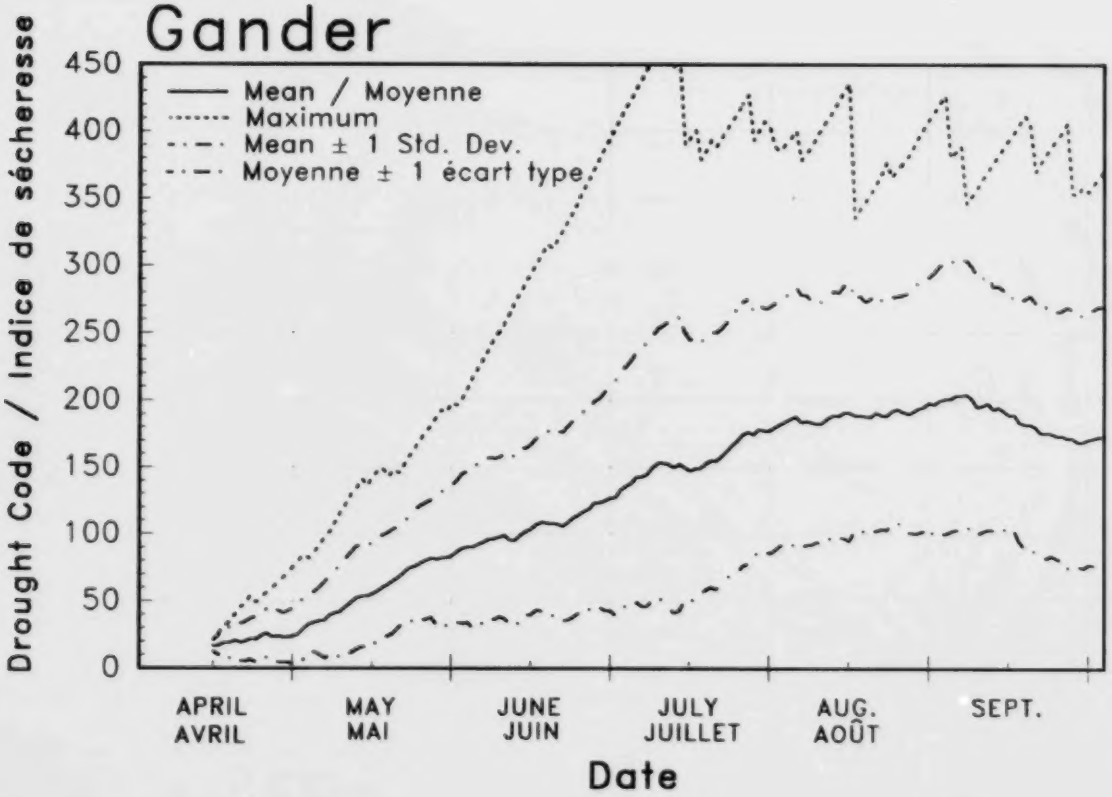

Earlton
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

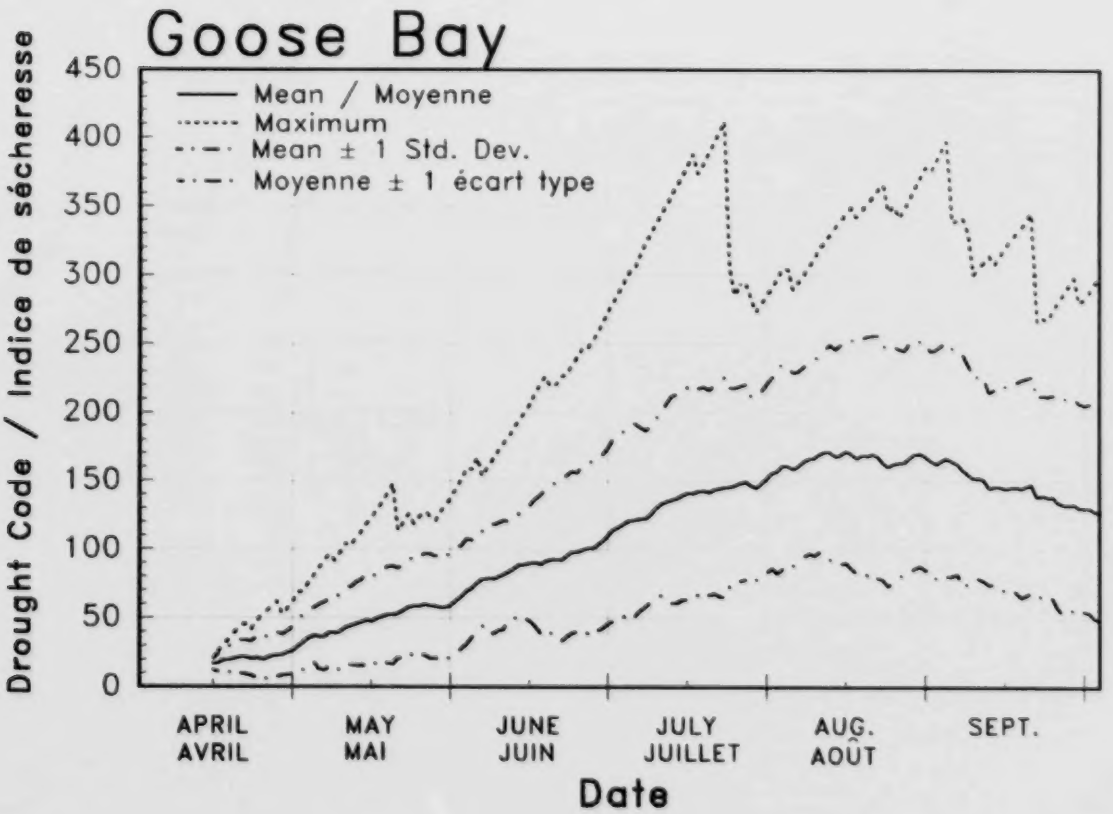

Muskoka
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

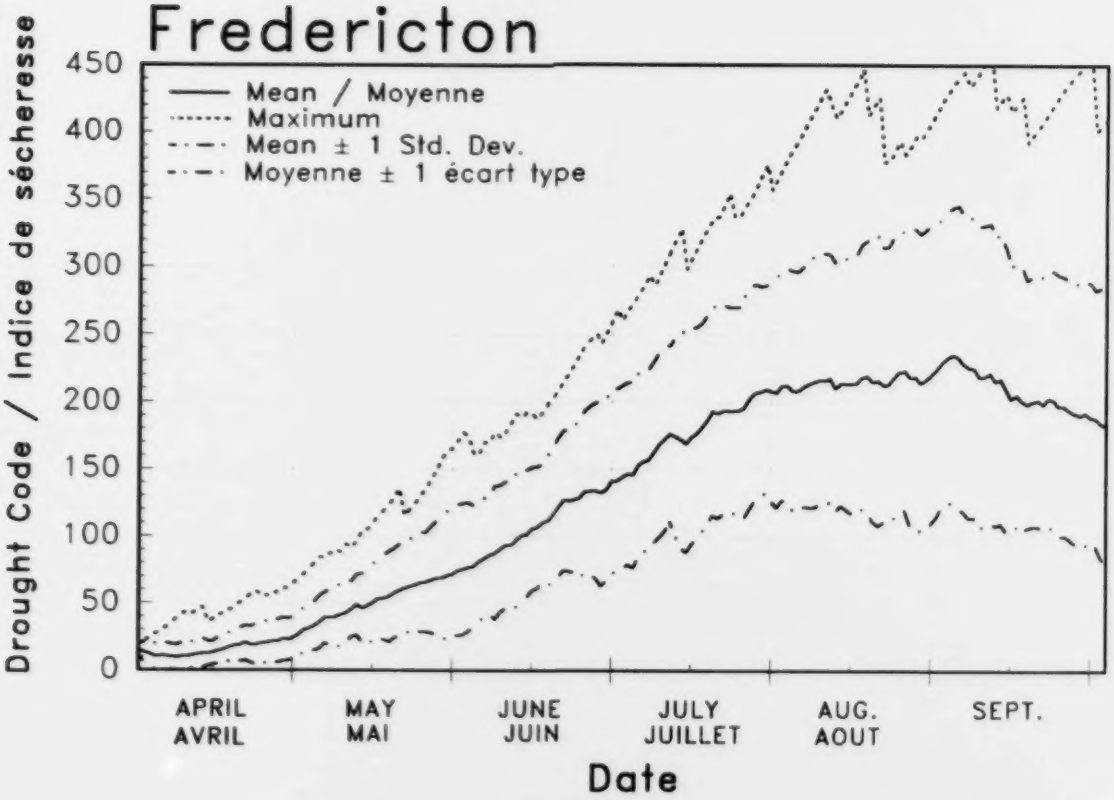

Val d'Or
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date


Roberval
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date


Charlo
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

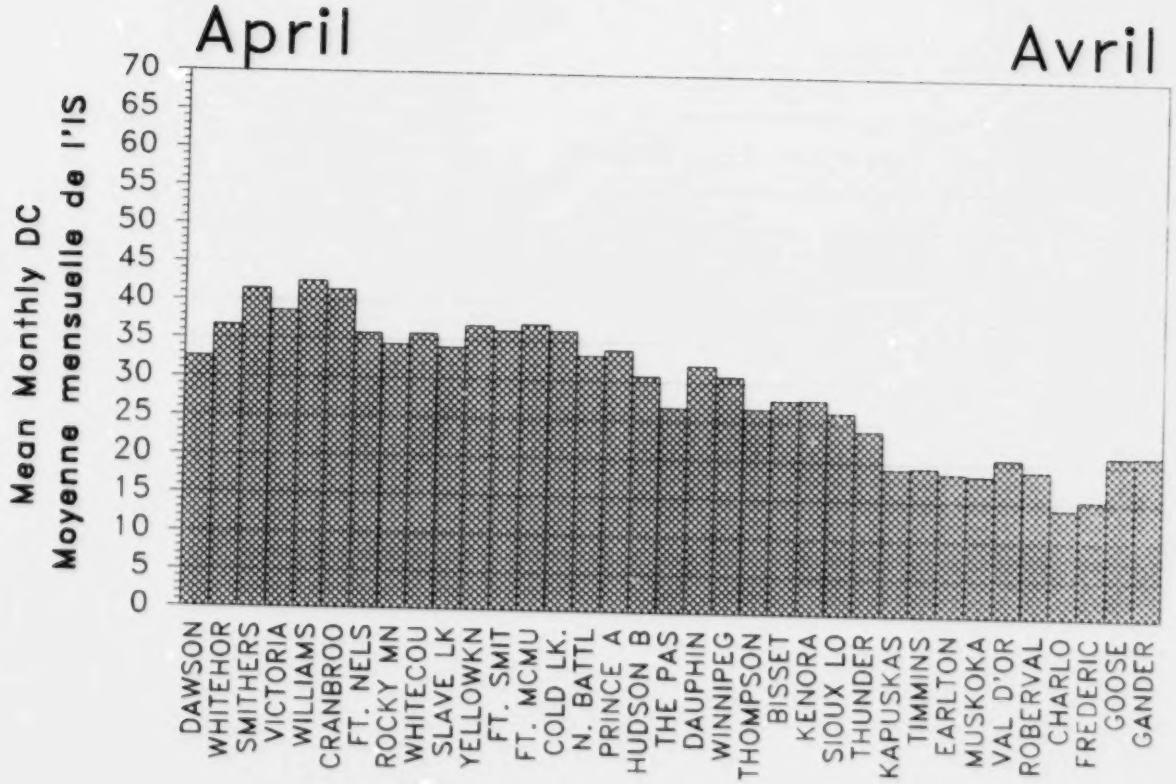

Gander
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date

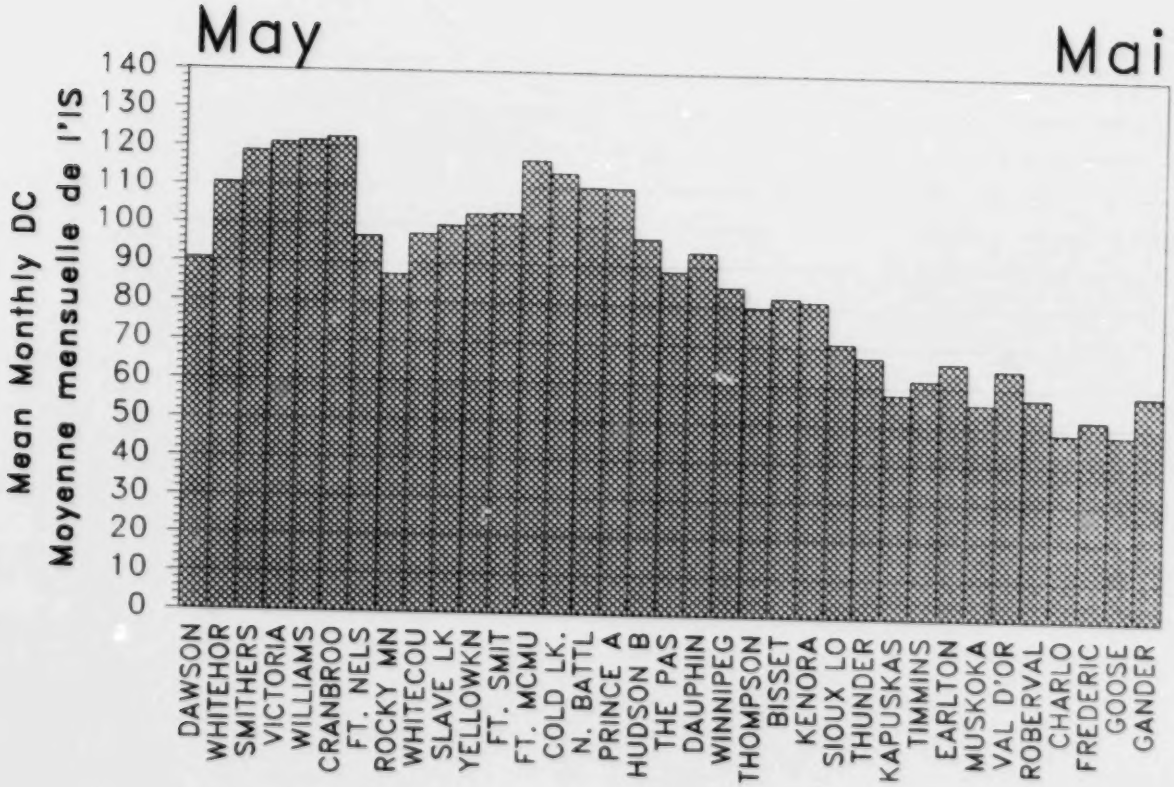

Goose Bay
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOÛT
SEPT.
Date


Fredericton
Mean / Moyenne
Maximum
Mean ± 1 Std. Dev.
Moyenne ± 1 écart type
Drought Code / Indice de sécheresse
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
APRIL
AVRIL
MAY
MAI
JUNE
JUIN
JULY
JUILLET
AUG.
AOUT
SEPT.
Date

APPENDIX C/ANNEXE C

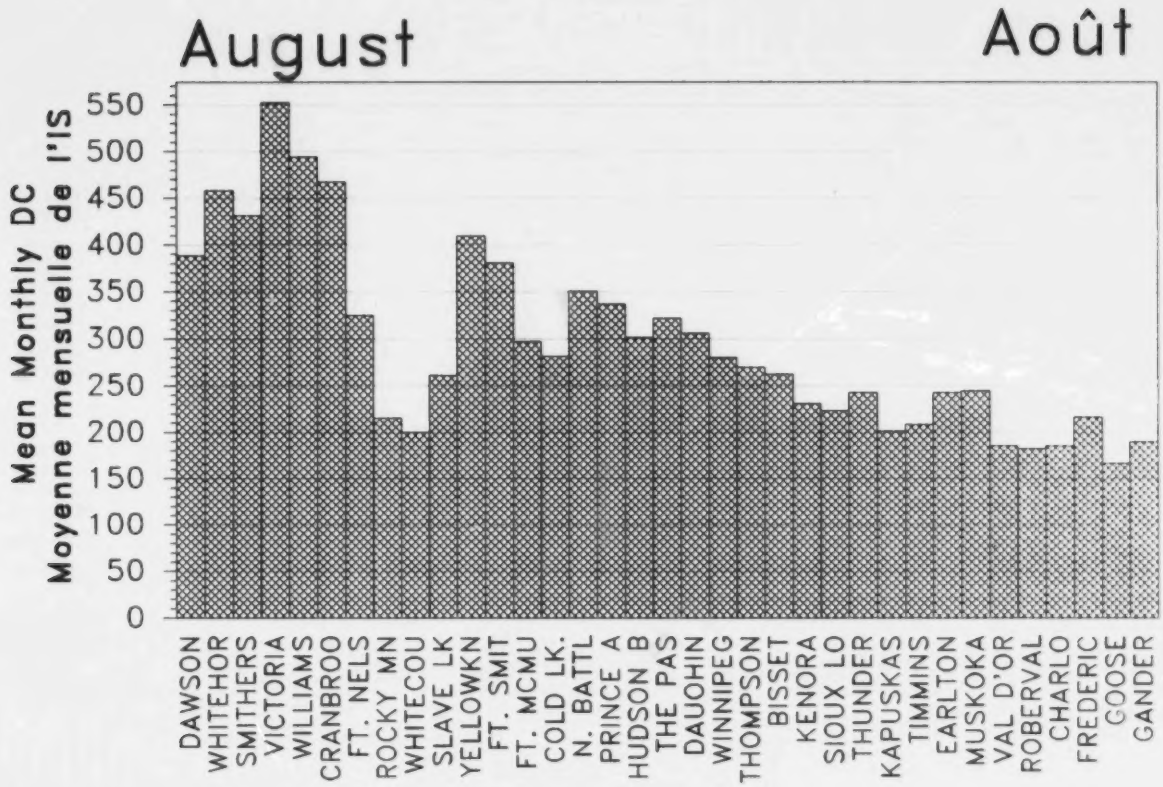
Mean monthly DC values for all stations by month
Valeurs mensuelles moyennes de l'indice de sécheresse pour l'ensemble des stations

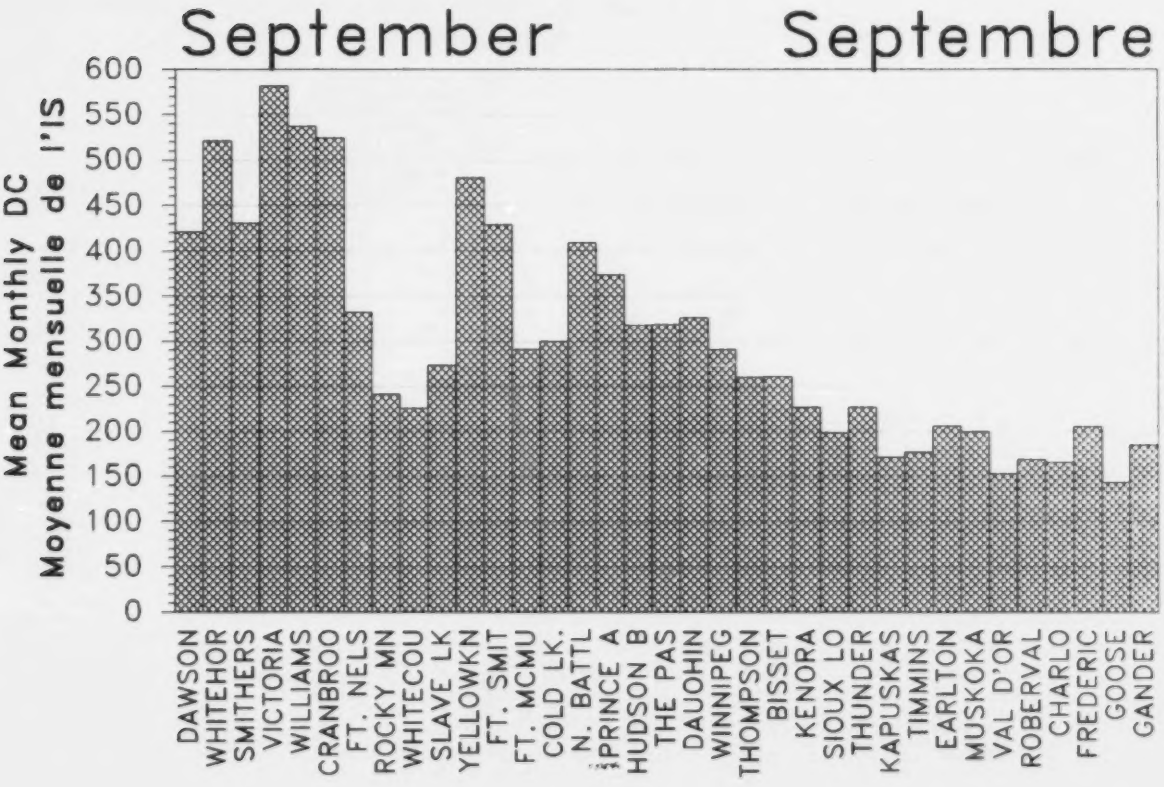

April
Avril
Mean Monthly DC
Moyenne mensuelle de l'IS
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
DAWSON
WHITEHOR
SMITHERS
VICTORIA
WILLIAMS
CRANBROO
FT. NELS
ROCKY MN
WHITECOU
SLAVE LK
YELLOWKN
FT. SMIT
FT. MCMU
COLD LK.
N. BATTL
PRINCE A
HUDSON B
THE PAS
DAUPHIN
WINNIPEG
THOMPSON
BISSET
KENORA
SIOUX LO
THUNDER
KAPUSKAS
TIMMINS
EARLTON
MUSKOKA
VAL D'OR
ROBERVAL
CHARLO
FREDERIC
GOOSE
GANDER

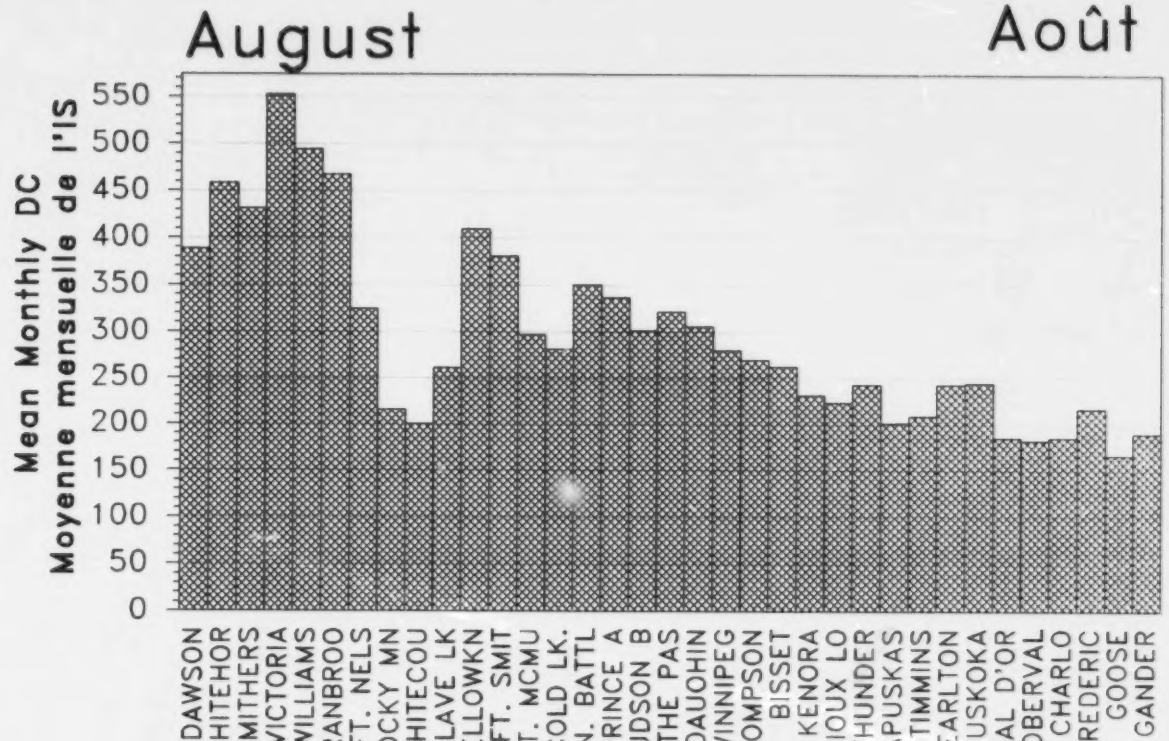

May
Mai
Mean Monthly DC
Moyenne mensuelle de l'IS
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
DAWSON
WHITEHOR
SMITHERS
VICTORIA
WILLIAMS
CRANBROO
FT. NELS
ROCKY MN
WHITECOU
SLAVE LK
YELLOWKN
FT. SMIT
FT. MCMU
COLD LK.
N. BATTL
PRINCE A
HUDSON B
THE PAS
DAUPHIN
WINNIPEG
THOMPSON
BISSET
KENORA
SIOUX LO
THUNDER
KAPUSKAS
TIMMINS
EARLTON
MUSKOKA
VAL D'OR
ROBERVAL
CHARLO
FREDERIC
GOOSE
GANDER

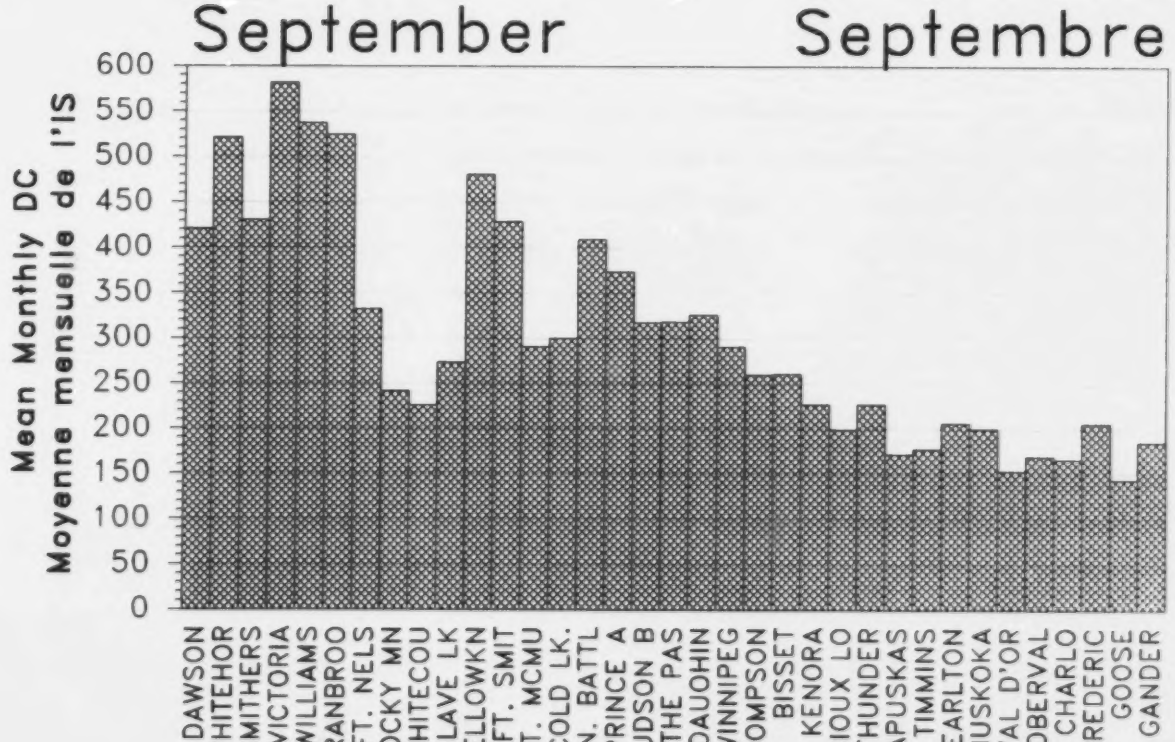
June
Juin
Mean Monthly DC
Moyenne mensuelle de l'IS
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
DAWSON
WHITEHOR
SMITHERS
VICTORIA
WILLIAMS
CRANBROO
FT. NELS
ROCKY MN
WHITECOU
SLAVE LK
YELLOWKN
FT. SMIT
FT. MCMU
COLD LK.
N. BATTL
PRINCE A
HUDSON B
THE PAS
DAUOHIN
WINNIPEG
THOMPSON
BISSET
KENORA
SIOUX LO
THUNDER
KAPUSKAS
TIMMINS
EARLTON
MUSKOKA
VAL D'OR
ROBERVAL
CHARLO
FREDERIC
GOOSE
GANDER

July
Juillet
Mean Monthly DC
Moyenne mensuelle de l'IS
400
375
350
325
300
275
250
225
200
175
150
125
100
75
50
25
0
DAWSON
WHITEHOR
SMITHERS
VICTORIA
WILLIAMS
CRANBROO
FT. NELS
ROCKY MN
WHITECOU
SLAVE LK
YELLOWKN
FT. SMIT
FT. MCMU
COLD LK.
N. BATTL
PRINCE A
HUDSON B
THE PAS
DAUOHIN
WINNIPEG
THOMPSON
BISSET
KENORA
SIOUX LO
THUNDER
KAPUSKAS
TIMMINS
EARLTON
MUSKOKA
VAL D'OR
ROBERVAL
CHARLO
FREDERIC
GOOSE
GANDER


August
Août
Mean Monthly DC
Moyenne mensuelle de l'IS
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
DAWSON
WHITEHOR
SMITHERS
VICTORIA
WILLIAMS
CRANBROO
FT. NELS
ROCKY MN
WHITECOU
SLAVE LK
YELLOWKN
FT. SMIT
FT. MCMU
COLD LK.
N. BATTL
PRINCE A
HUDSON B
THE PAS
DAUOHIN
WINNIPEG
THOMPSON
BISSET
KENORA
SIOUX LO
THUNDER
KAPUSKAS
TIMMINS
EARLTON
MUSKOKA
VAL D'OR
ROBERVAL
CHARLO
FREDERIC
GOOSE
GANDER


September
Septembre
Mean Monthly DC
Moyenne mensuelle de l'IS
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
DAWSON
WHITEHOR
SMITHERS
VICTORIA
WILLIAMS
CRANBROO
FT. NELS
ROCKY MN
WHITECOU
SLAVE LK
YELLOWKN
FT. SMIT
FT. MCMU
COLD LK.
N. BATTL
PRINCE A
HUDSON B
THE PAS
DAUOHIN
WINNIPEG
THOMPSON
BISSET
KENORA
SIOUX LO
THUNDER
KAPUSKAS
TIMMINS
EARLTON
MUSKOKA
VAL D'OR
ROBERVAL
CHARLO
FREDERIC
GOOSE
GANDER


August
Août
Mean Monthly DC
Moyenne mensuelle de l'IS
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
DAWSON
WHITEHOR
SMITHERS
VICTORIA
WILLIAMS
CRANBROO
FT. NELS
ROCKY MN
WHITECOU
SLAVE LK
YELLOWKN
FT. SMIT
FT. MCMU
COLD LK.
N. BATTL
PRINCE A
HUDSON B
THE PAS
DAUOHIN
WINNIPEG
THOMPSON
BISSET
KENORA
SIOUX LO
THUNDER
KAPUSKAS
TIMMINS
EARLTON
MUSKOKA
VAL D'OR
ROBERVAL
CHARLO
FREDERIC
GOOSE
GANDER


September
Septembre
Mean Monthly DC
Moyenne mensuelle de l'IS
0
50
100
150
200
250
300
350
400
450
500
550
600
DAWSON
WHITEHOR
SMITHERS
VICTORIA
WILLIAMS
CRANBROO
FT. NELS
ROCKY MN
WHITECOU
SLAVE LK
YELLOWKN
FT. SMIT
FT. MCMU
COLD LK.
N. BATTL
PRINCE A
HUDSON B
THE PAS
DAUOHIN
WINNIPEG
THOMPSON
BISSET
KENORA
SIOUX LO
THUNDER
KAPUSKAS
TIMMINS
EARLTON
MUSKOKA
VAL D'OR
ROBERVAL
CHARLO
FREDERIC
GOOSE
GANDER